د. مشهد العلاّف

فلسفة العلم الإجرائية

بين آينشتاين وبرجمان

Operationalism

Philosophy of Science between Einstein & Bridgman

by

Dr. Mashhad Al-Allaf





فلسفة العلم الإجرائية

بين آينشتاين وبرجمان

اسـم الكتـاب: فلسفة العلم الإجرائية

بين آينشتاين وبرجمان

Dr. Mashhad Al-Allaf

Operationalism

Philosophy of Science between Einstein & Bridgman

تأليف: الدكتور مشهد العلاف

عدد الصفحات: 435

القيـاس: 14.5 * 21.5

2014/1000م - 1434هـ



سورية - دمشق - ص ب 4650

تلفاكس: 2314511 11 963+

هاتـــف: 2326985 11 963+

E-mail: info@ninawa.org

www.ninawa.org

العمليات الفنية:

التنضيد والإخراج والطباعة

القسم الفني - دار نينوى

فلسفة العلم الإجرائية

بين آينشتاين وبرجمان

تأليف

الدكتور مشهد العلاف

باحث مشارك في جامعة كيمبردج، إنجلترا 2011 / 2012

أستاذ مشارك في المعهد البترولي، أبو ظبي

Operationalism

Philosophy of Science between Einstein & Bridgman

by

Dr. Mashhad Al-Allaf

الدكتور مشهد العلاّف باحث متخصص في فلسفة العلم. حاصل على شهادة الدكتوراه من أمريكا، وشهادة الماجستير والبكالوريوس من العراق. عاش في أمريكا لفترة طويلة ودرّسَ في جامعة واشنطن، وجامعة سانت لويس وغيرهما، وعمل رئيساً لقسم الدراسات الإسلامية في أوهايو. وعمل كباحث مشارك في قسم الفلسفة، في جامعة كيمبردج في إنجلترا. ويعمل حالياً في المعهد البترولي في أبوظبي والذي هو جامعة هندسية رصينة ومركز أبحاث.

نشر الدكتور العلاف العديد من الكتب والمقالات باللغة الإنجليزية والعربية، ترجمت بعضها إلى لغات عالمية كالإسبانية والإيطالية وغيرها. للدكتور العلاف كذلك اهتمامات وكتابات أخرى في أخلاق الطب والهندسة وعلاقتها بالإسلام، كما له اهتمام كبير ونشاط شخصي في مجال تنوع الثقافات ومسألة التعايش الثقافي والدور الإيجابي والحضاري للإسلام في عصرنا.

Dr. Mashhad Al-Allaf, Associate Professor of Ethics, Philosophy of Science, & Islamic Studies at the Petroleum Institute Abu Dhabi-UAE
He holds a Ph.D. degree from the USA in Modern Philosophy: Science & Metaphysics (1995)
MA degree from Bagdad, Iraq on Philosophy of Science (1985)
BA degree from Bagdad, Iraq on Philosophy (1981)
He has taught at Washington University, St. Louis University, and Webster University and is the author of several works, including *The Essential Ideas of Islamic Philosophy* (2006).*Locke's Philosophy of Science and Metaphysics* (2007), *The Basic Ideas and Institutions of Islam* (2008). He is the co-author with Prof. N. Rescher (University of Pittsburgh) of *Islamic Philosophy of Science and Logic*. In 2012 contributed a chapter to *Bloomsbury Companion to Islamic Studies,* edited by Dr. Clinton Bennett. He translated *The Beginning of Guidance* by Abu Hamed al-Ghazali, in 2013 published a book on *The philosophy of Islamic Civilization-Al-Ghazali's Perspective.*
Some of Dr. Al-Allaf articles were translated into Italian, Spanish and Bosnian languages.
Dr. Al-Allaf taught different courses in the USA (for about 20 years) on logic and critical thinking, Philosophy of Science and Technology, Modern Philosophy, Islamic Philosophy, Ethical Theories and Medical Ethics.
His current research focuses on integrative studies and multiculturalism, as well as Applied Ethics, Islamic Theory of Science, and Love and Romance in Islam.

المحتويات بشكل مجمل

المحتويات بشكل تفصيلي

القسم الأول

القسم الثاني

القسم الثالث

القسم الرابع

الرموز والمختصرات

1) Bridgman, P.W.: The Logic of Modern Physics =L.M.P.
2) Bridgman, P.W.: The Nature of Physical Theory = N.P.Th.
3) Bridgman, P.W.: The Nature of Some of our Physical Concepts=N.S.P.C.
4) Bridgman, P.W.: Reflections of A Physicist =Reflections.
5) Bridgman, P.W.: The Way Things Are =W.Th.A.
6) Bridgman, P.W.: Operational Analysis, Phil. of Sci., Vol. 5.,114, 1938. =O.A.
7) Frank, Ph.: The Validation of Scientific Theories =V.S.Th.
8) Lindsay, R.P.: Critique of Operationalism in Physics,Phil. of Sci. Vol 4, 1937= Critique.
9) Encyclopedia of Philosophy =Ency.Phil.
10) The New Encyclopedia Britannica =Ency. Brit.
11) British Journal for the Philosophy of Science =Brit.J.Phil.Sci.
12) Philosophy of Science (Journal) = Phil.Sci.
13) Journal of Philosophy=J.Phil.
14) Translated = Trans.
15) Edited =Ed.
16) Massachusetts = Mass.

"ما يوضع داخل هذين القوسين [............] يمثل إضافة من المؤلف"

شكر وتقدير

إن إنجاز كتاب كهذا في فلسفة العلم يتطلب الكثير من الجهد والوقت لما يتطلبه من معرفة موسوعية في مجالي العلم والفلسفة، كما يتطلب معرفة لسياق التطور التاريخي للمفاهيم العلمية والفلسفية، إضافة إلى ملكة نقدية. كما يتطلب قابلية على التحليل المنطقي ومقارنة الأفكار، وإلى التمكن من اللغتين العربية والإنجليزية. لقد أخذ مني هذا الكتاب سنواتٍ عدةٍ وأوقاتٍ طويلةٍ من السهر والعمل المتواصل، كما تطلب مني مراسلات عديدة للحصول على نسخ من المقالات والكتب النادرة أو غير المتوفرة، كما منَّ الله عليّ بالسفر والترحال إلى الأماكن الأصلية لبعض هذه الأفكار، لاستقصاء حقيقتها ضمن محيطها الفكري والإجتماعي، والإلتقاء شخصياً ببعض المفكرين الذين كتبوا في هذا الموضوع. وأود أن اتقدم هنا بفائق الشكر والتقدير إلى كل من مد لي يد العون في إنجاز هذا العمل. وأشكر بشكل خاص برفسور شليزنجر (G. Schlesigner) للحوارات الفلسفية الممتعة التي أجريناها حول برجمان وفلسفته. وأشكر كذلك الدكتور جون نولت (J. Nolt) لنقاشاتنا حول المنطق بشكل عام وحول برهان الخلف ودوره في الفلسفة.

وأشكر هنا الأستاذ الفاضل أيمن الغزالي، مدير دار نينوى للدراسات والنشر لخدماته القيمة للفكر الفلسفي العربي والإسلامي، وحرصه الشديد على تقديم مادة علمية للقراء تتسم بالرصانة والمحاجة العقلية الموضوعية التي تحفظ للقارئ الكريم حقه المشروع في ثقافة عصرية متنورة. كما أشكر للأستاذ أيمن تمسكه بنشر كتابي هذا وحرصه عليه وعلى إخراجه للقراء في فترة زمنية قصيرة على الرغم من الظروف القاسية التي تمر بها سوريا الحبيبة. إن إنتاج فكرٍ اجتماعيٍ بنّاء وثقافة علم وسلام في وقت الحرب والدمار، سيبقى إن شاء الله علامة مميزة لدار نينوى للنشر.

كما أشكر طلابي ممن دَرَس عليّ بعض هذه الموضوعات وأدلى بأفكار نقدية أو ملاحظات نيرة سواء كان في أمريكا أو في العراق أو في الإمارات.

مقدمة

كثيرة هي المذاهب المعاصرة في فلسفة العلم وقليل ما هو معروف عنها في الوطن العربي وأقل من ذلك ما هو مكتوب عنها باللغة العربية. وقد درج المؤلفون على تناوله فلسفة التجريبية المنطقية فقط بالدرس والتأليف، وهي بحق أكثر مذاهب فلسفة العلم شهرة في القرن الماضي، ولكنها ليست بالمذهب الوحيد الذي يمثل فلسفة العلم، فهنالك مدارس ومذاهب كثيرة في فلسفة العلم منها على سبيل المثال:

- الفلسفة الإجرائية
- المذهب الاصطلاحي
- البراجماتية، مايتعلق منها بفلسفة بيرس
- مدرسة كوبنهاكن في مناقشة نظرية الكم
- مدرسة وارشو
- مدرسة برلين
- فلسفة التحليل اللغوي وغيرها

وسأناقش إن شاء الله تعالى الفلسفة الإجرائية من هذه المذاهب الفلسفية المعاصرة.

لم تعد الفلسفة كما كانت قديماً تأملاً ميتافيزيقياً بعيداً عن جزئياتٍ مهمة في المجتمع، بل أصبحت في الوقت الحاضر نشاطاً مؤثراً وفعاليةً يمكن أن نصفهما بصفتين هما:

أولاً: أنها تسم المجتمع الذي تظهر فيه بطابعها الفكري، حيث تتحول من طريقة في التفكير إلى طريقة في الحياة.

ثانياً: أصبحت الأفكار الفلسفية برامج عمل تؤثر في ميادين علميةٍ متباينةٍ كُلاً على انفراد كما في الفيزياء والرياضيات وعلم النفس وعلم الاجتماع وغيرهما.

من هنا تبرز أهمية البحث في الفلسفة المعاصرة لأنها أحد مميزات عصرنا من جهة، ولمحاولة الإستفادة منها أو تفنيدها ورفضها من جهة أخرى. وتحتل الإجرائية (Operationalism) فلسفة للعلم كما طرحها برجمان (١٨٨٢ - ١٩٦١) P.W.Bridgman أهمية خاصة من بين الفلسفات المعاصرة وذلك لأسباب منها:

١- أنها فلسفة تؤكد النواحي التجريبية العملية بشكل أكثر دقة من الفلسفات التجريبية السابقة، حيث تؤكد الإجرائية ضرورة ربط المفاهيم الفيزيائية بإجراءات القياس.

٢- تحاول الإجرائية تنقية النظريات الفيزيائية من المفاهيم الميتافيزيقية الغامضة التي تقف عائقاً أمام تقدم العلم وبذلك يقول شليزنجر (G. Schlesigner): إن الإجرائية في تطبيقاتها على حالات فيزيائية فعلية، فإننا نرى أن هذا "الشكل العملي يحتوي كثيراً مما هو جديدٌ فلسفياً ومفيدٌ في تقدم العلم."[1]

٣- إن الإجرائية باعتبارها برنامج عمل يمكن الإستفادة منها في حقول أخرى غير الفيزياء وهذا هو ما حدث فعلاً في مجالي علم النفس وعلم الاجتماع وبذلك يقول كارناب (١٨٩١ - ١٩٧٠) R. Carnap: "إن مبدأ الإجرائية قد طُرِحَ لأول مرة في الفيزياء من قبل برجمان وطبق بعد ذلك أيضاً في حقول أخرى من العلم من ضمنها علم النفس وكان له تأثير مفيد في طريقة صياغة المفهوم المستخدم من قبل العلماء، والمبدأ قد أسهم في تصنيف عدة مفاهيم وقد ساعد في إقصاء مفاهيم غير واضحة وحتى غير علمية."[2] وكما يقول لند ساي (R.B.Lindsay) عام ١٩٥٤: "لا زالت أفكار برجمان تجذب انتباه كل من العلماء والباحثين في عدة حقول."[3]

---

1) Schlesinger, G.: P. W. Bridgman's Operational analysis, The Differential Aspect, Brit. J. Phil. Sci, Vol 36. 1959. P. 299.

2) Carnap, R.: The Methodological Character of Theoretical Concepts. In, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, Vol I, 1962, P. 65.

3) Lindsay, R.B.: Operationalism in Physics, In V.S.Th. p.68.

٤- إن الإجرائية كفلسفة للعلم ظهرت بعد الفلسفات المعروفة في الوطن العربي كالبراجماتية (Pragmatism) أو التجريبية المنطقية (Logical Empiricism) وغيرهما. لذلك فهي غير معروفة عندنا، كما أنه لم يترجم لبرجمان أي عمل فلسفي، إضافة إلى أن الكتب التي تؤرخ للفلسفة تقف عند برتراند رسل (B. Russell) (١٨٧٢ - ١٩٧٠) أو جون ديوي (J. Dewey) (١٨٥٩ - ١٩٥٢) ولا تذكر كثيراً من المصادر العربية ما ظهر بعد ذلك من فلسفات لذلك تقع على عاتق الباحث في الفلسفة مهمة ومسؤولية تعريف المثقفين العرب، ممن يهتمون بالفلسفة، بهذا الجانب الفلسفي الجديد الذي أصبح جزءاً مهماً من معارفنا المعاصرة بحيث يقول فيليب فرانك (Ph.Frank): "يجب أن نتذكر دائماً في أي موضوع علمي له قيمته، علينا ألاّ نستخدم غير المفاهيم ذات المعنى الإجرائي."[1]

1) Frank, Ph.: Philosophy of Science, prentice –Hall, Inc, Englwood Cliffs,N.J.,1962.p323.



القسم الأول

الإجرائية بين قياس التزامن وصورية المنطق

الفصل الأول

برجمان: حياته ومصنفاته

"بعيداً عن ضوضاء العائلة، بعيداً في الغابات في كوخ صغير معزول عن أية وسيلة اتصال، كان برجمان يقضي خمس ساعات يومياً في الكتابة، زواره الوحيدون هم الدببة الذين كانوا يمرون بالقرب من نافذة كوخه."

(D.M. Newitt نيوت)

١ . ولد بيرسي وليامز برجمان (Percy Williams Bridgman) في ٢١ نيسان من عام (١٨٨٢) بمدينة كيمبرج (Cambridge)، ولاية ماساشوستس (Massachusettes) في الولايات المتحدة الأمريكية، وكان الطفل الأول والأخير للأب رايموند لندون برجمان (Raymond London Bridgman) والأم آن ماريا وليامز (Ann Marria Williams) عاش الطفل بيرسي في محيط عائلي متماسك وفّر له جواً من الهدوء والاستقرار حيث وجد فيه بيرسي الحرية للنمو والتطور تبعاً لقابلياته الفكرية. انتقلت العائلة بعد ذلك إلى مدينة نيوتن (Newton) في الولاية نفسها، ويبدو بيرسي، أيام دراسته في هذه المدينة، طالباً ميالاً نحو الاهتمام بالعلوم الطبيعية ومولعاً بالرياضة وبعض الألعاب الفكرية كالشطرنج الذي كان بارعاً فيه بشكلٍ ملفتٍ للنظر، ثم أنهى بيرسي وليمز برجمان في هذه المدينة مرحلة الدراسة الثانوية التي لم يلق فيها على العموم أية صعوبات دراسية.[١]

إنَّ شغف برجمان بالعلوم الطبيعية ليبرهن على أنَّ والده، الذي كان صحفياً وكاتباً اجتماعياً وسياسياً،[٢] لم يؤثر في توجيهه نحو الصحافة،

1) Newitt, D. M.: Percy Williams Bridgman, Biographical Memoires of Fellows of Royal Society, London, 1962, Vol 8, p. 27.

2) Kemble, E. C.: Bridgman, PercyWilliams, in Dictionary of Scientific Biography, Charles Holton, G. Scribner's Son's, New York, 1970, Vol II.p. 457

فدخل برجمان جامعة هارفارد (Harvard) عام (١٩٠٠) مكرساً حياته للدراسة، وفي عام (١٩٠٤) حصل برجمان على شهادة البكالوريوس بتفوق أهله للحصول على درجة الماجستير من الجامعة نفسها في السنة التالية، أي في عام ١٩٠٥ . انشغل برجمان بعد ذلك بأبحاث فيزيائية لمدة ثلاث سنوات أي حتى عام (١٩٠٨). وكانت هذه السنة مهمة في مسيرة حياة برجمان، حيث نال فيها درجة الدكتوراه على أبحاثه في الفيزياء وعين عضواً باحثاً في قسم الفيزياء في جامعة هارفارد وكان الأثر الأهم لهذه السنة هو كونها منطلقاً زمنياً لأبحاثه التجريبية في فيزياء الضغوط العالية التي كانت موضع تقدير من قبل معاصريه من العلماء على مختلف اختصاصاتهم، والتي حاز فيها على جائزة نوبل للفيزياء عام (١٩٤٦) حتى وصفته الموسوعة البريطانية بأنه "واحد من الفيزيائيين الرواد في القرن العشرين."[(١)]

عين برجمان مدرساً في جامعة هارفارد عام (١٩١٠) وبعد ذلك بعامين أي عام (١٩١٢) تزوج من أوليف وار (Olive Ware) وكان له منها ولداً وبنتاً، ثم عين عام (١٩١٣) أستاذاً مساعداً في قسم الفيزياء.

اشترى برجمان بعد زواجه حقلاً قديماً قرب مدينة راندولف (Randolph) في نيوهامبشاير (New Hampshire) وبقي هذا الحقل ولسنوات عديدة مصدراً لمتع متنوعة لبرجمان منها العمل في الحديقة، الذهاب لتسلق الجبال، التصوير الفوتغرافي وسماع الموسيقى، تلك المتع التي كانت تشاطره إياها عائلته وقلة من أصدقائه القدامى. في السنوات اللاحقة أصبح برجمان يقضي أشهر الشتاء بالعمل في مختبره في هارفارد ويكرس الصيف للاعتناء بالحديقة وكتابة المقالات العلمية والإنشغال بتأملاته الفلسفية التي أودع قدراً منها في عدد من كتبه ومقالاته.[(٢)]

لم يكن عام (١٩١٤) في تفكير برجمان كما كان بالنسبة للكثيرين بوصفه أول أعوام الحرب العالمية الأولى ونذير شؤم لهم، بل كانت هذه السنة نقطةً بارزةً في منحنى تطور تفكير برجمان الفلسفي، وذلك أثناء تدريسه لمادة

---

1) Bradly R. S.: Bridgman, P. W., Ency. Brit., Vol 3, P. 191
2) Newitt, D. M.: Percy Williams Bridgman, P. 30.

الديناميكا الكهربائية (Electrodynamics) حيث لاحظ وجود بعض المفاهيم الغامضة في علم يتوخى الدقة والوضوح، مما جعل برجمان يفكر بشكل أعمق في إيجاد طريقة تساعد على التخلص من هذا الوضع ولم يكن ذلك من واجب العالم بل كان من إبداع الفيلسوف برجمان، ذلك لأنّ البحث في البنية المنطقية للفيزياء وتحليل مفاهيمها ونظرياتها هيمن صميم عمل الفلاسفة.

ومع أنّ هذا العام شهد غَرْزَ بذرة التفكير الإجرائي في مناقشة المفاهيم العلمية إلا أنّ الإجرائية كمذهب متبلور ومنهج واضح لم تطرح إلا بعد جهود علمية وفلسفية استغرقت ثلاثة عشر عاما أي حتى عام (١٩٢٧).

في عام (١٩١٩) أصبح برجمان أستاذاً للرياضيات والفلسفة الطبيعية في جامعة هارفارد وأظهر نشاطاً كبيراً في محاضراته التي كانت تلقى بتدفق لغوي وفكري مطرد ومعبر عن افكارٍ واضحةٍ وعميقة، كما أثبت قدرة أستاذية عالية لا في طرح المادة وحسب، بل وفي مساعدة الطلاب على التفكير بالمادة المطروحة بشكل أعمق.[1]

في عام (١٩٢٢) نشر برجمان كتابه "التحليل البعدي Analysis Dimensional" استخدم فيه برجمان تحليلاً إجرائياً لمعادلات الفيزياء، ومع أنّ التحليل كان في مضمونه إجرائياً إلا أنّ الكلمة "إجراء (Operation)" كمصطلح اكتسب فيما بعد دلالةً فلسفيةً لم تكن مستخدمة آنذاك وشهدت ندوة الأكاديمية الأمريكية للعلوم والفنون (American Academy of Arts & Sciences) المنعقدة عام (١٩٢٣) لمناقشة نظرية النسبية، والتي اشترك فيها برجمان، أول استخدام صريح لهذا المصطلح، كما يقول برجمان.[2]

وفي السنوات التي تلت خَصَّصَ برجمان معظم وقته للبحث والتأمل الفلسفي، لم تكن الهوايات التي كان يمارسها لتأخذ كثيراً من وقته، حيث كان معظم وقته مخصصاً للعمل في المختبر لتطوير أبحاثه في فيزياء الضغط العالي، وانصرف في القسم الآخر منه إلى التفكير في الأسس الفلسفية للعلم، وخصوصاً الفيزياء، محاولة منه للتخلص من الغموض والتشوش اللذين كانا

---

1) Kemble, E. C.: Bridgman, Percy Williams, P. 460.
2) Bridgman, P. W.: Reflections. P. 161.

يغلفان بعض مفاهيمها، فانصرف من العلم إلى حقل فلسفة العلم فاطلع على كتابات الفلاسفة المهتمين بالعلم، والعلماء الذين يرون في الفلسفة ضرورةً لازمةً لأبحاثهم، فقرأ أعمال ستاللو (١٨٢٣ - ١٩٠٠) J.B.Stallo وخصوصاً كتابه "مفاهيم ونظريات الفيزياء الحديثة" The Concepts and Theories of Modern Physics وأعجب به. كما قرأ كتابات كليفورد (١٨٤٥ - ١٨٧٩) W. K. Clifford[1] وقرأ أرنست ماخ (١٨٣٨ - ١٩١٦) Ernst Mach وتأثر به. واطلع على كتابات هنري بوانكاريه (١٨٥٤ - ١٩١٢) Henri Poincaré وفي عام (١٩٢٦) عين برجمان أستاذاً للرياضيات والفلسفة الطبيعية في جامعة هوليس (Hollis University) وفي صيف عام (١٩٢٦) منح برجمان نصف إجازة دراسية، وخلال هذا الوقت القصير جداً كثَّفَ جهوده العلمية لطرح أول محاولة منهجية للفلسفة الإجرائية في كتابه "منطق الفيزياء الحديثة The Logic of Modern Physics" الذي نشر عام (١٩٢٧) ويعد بحق أشهر كتبه الفلسفية وأكثرها تأثيراً في النصف الأول من القرن العشرين.

إنَّ الجهود الفلسفية التي بذلها برجمان لأجل إقامة الفيزياء على أسس صلبة، لم تشغله عن أبحاثه العلمية بوصفه فيزيائياً تجريبياً، فإنَّ أبحاث الضغط العالي التي بدأها عام (١٩١٨) اكتملت في عام (١٩٣١) في كتاب اعتبر من قبل الفيزيائيين المعاصرين أحد الأسس المهمة للفيزياء المعاصرة، وهو كتاب "فيزياء الضغط العالي The Physics of High Pressure" الذي يقول عنه برجمان أنه "خلاصة جهد انشغلت به شخصياً في الخمس والعشرين سنة الأخيرة في حقل الضغط العالي"[2]، كانت هذه الأبحاث مصدر فائدة كبيرة للفيزيائيين والجيولجيين لإمكانية استخدام الضغط العالي على الصخور وكذلك بالنسبة لعلماء المعادن، وتثميناً لجهوده في هذا المجال منح برجمان جائزة نوبل للفيزياء عام (١٩٤٦) وترجم الكتاب إلى عدة لغات.

---

1) حول كل من ستاللووكليفورد انظر (الفقرة ٢٤) حيث تحوى شرحا عن حياتهما واعمالهما وافكارهما الأساسية التي أثرت في فلسفة برجمان.

2) Bridgman, P. W.: The Physics of High Pressure, G. Bell and Son's, Ltd., London, 1958, p. V.

في كانون الأول عام (١٩٣٥) القى برجمان ثلاث محاضرات في جامعة برنستون (Princeton) تمثل محاولته الشخصية كفيزيائي يحاول أنْ يقدم فهماً أوضح لمفاهيم ونظريات الفيزياء في ضوء التطورات الحديثة وعجز النظريات الفيزيائية السابقة. وقد عدّل برجمان في محاضراته هذه بعض آرائه ومواقفه التي طرحها عام (١٩٢٧) في كتابه "منطق الفيزياء الحديثة". وقد جُمعت هذه المحاضرات القيّمة ونشرت عام (١٩٣٦) في كتاب منفرد تحت عنوان "طبيعة النظرية الفيزيائية""The Nature of Physical Theory" ثم انتقل برجمان بعد ذلك لمناقشة مفاهيم الديناميكا الحرارية (Thermodynamics) مميزاً في مفاهيمها بين إجراءات أداتية وأخرى عقلية، ونشر أفكاره هذه في كتابه "طبيعة الديناميكا الحرارية" The Nature of Thermodynamics عام (١٩٤١).

في عام (١٩٥٠) عين برجمان أستاذاً في جامعة هكنز (Higgins) ثم نشر خلال عام (١٩٥٠) في المجلة البريطانية لفلسفة العلم ثلاث محاضرات تحت عنوان "طبيعة بعض مفاهيمنا الفيزيائية" The Nature of some of our Physical Concepts ثم جمعت هذه المقالات عام (١٩٥٢) وصدرت في كتاب تحت العنوان نفسه.

في عام (١٩٥٤) منح برجمان درجة أستاذ فخريٍ من جامعة هارفارد، التي عمل فيها لفترة طويلة كأستاذ للرياضيات والفلسفة الطبيعية، ثم تقاعد في العام نفسه. إلا أنَّ تقاعد برجمان الوظيفي لم يكن نهاية لحياته العلمية والعملية، بل كان مشجعاً له لإعادة النظر في أوراقه ومسوداته القديمة لغرض إعدادها للنشر، فأخذ تلك الملاحظات والشروحات التي يعود تاريخها إلى زمن نشر كتابه (منطق الفيزياء الحديثة) وطورها ونشرها عام (١٩٥٩) في كتاب تحت عنوان "كينونة الأشياء The Way Things Are" والذي حاول أنْ يقدم فيه تحليلاً أكثر وضوحاً من ذلك الذي طرحه في كتاباته السابقة معللا عمله هذا بالاكتشافات المتزايدة يوما بعد يوم في مجال الفيزياء والتي ادت إلى طرح افكار جديدة، بالاضافة إلى التاملات الشخصية له.

أصيب برجمان بمرض السرطان عام (١٩٦١)، إلا أنَّ المرض لم يمكن ليمنعه من مزاولة أبحاثه، حيث بقي مستمراً في عمله، ونشر آخر مقالاته قبل وفاته بأشهر قليلة ولكنه أصبح يعاني كثيراً من وطأة مرض السرطان حيث اضطر تحت وطأة الآلام القاسية لهذا المرض الخبيث أنْ يطلب من أطبائه وضع حد لهذا الألم، لكنَّ رفضهم المستمر لطلبه وزيادة حدة المرض جعله يتصرف بطريقته الخاصة في حياته، مبرراً موقفه هذا بجملتين تركهما كانتا آخر ما كتبه برجمان وهما : "ليس من اللائق بالنسبة للمجتمع أنْ يقوم الانسان بهذا العمل بنفسه، من المحتمل أنَّ هذا هو اليوم الأخير الذي أكون قادراً به على فعل هذا بنفسي."[١]

توفي برجمان في العشرين من شهر آب عام (١٩٦١)، وفي يوم ٢٤ تشرين الأول سنة ١٩٦١ عقد اجتماع في كنيسة التذكر في هارفارد لتقديم التعزية بذكرى وفاة واحد من علمائها وفلاسفتها، الذي أمضى أكثر عمله في الجامعة، وكان لمدة نصف قرنٍ تقريباً عضواً من أعضاء الهيئة التدريسية فيها، وفي محيط أوسع أنجز عملاً متميزاً بوصفه فيزيائياً تجريبياً وفيلسوفاً ومفكراً واضحاً وأصيلاً. إن الكلمات التي ألقيت في هذه المناسبة من قبل مجموعةٍ من معارفه وأصدقائه، وصفته بأنه رجلٌ "ذو منزلةٍ غير اعتياديةٍ وذو مواهبَ استثنائيةٍ."[٢]

٢ - على الرغم من تنوع الاتجاهات الفلسفية في القرن التاسع عشر، حيث نجد فيه اتجاهات تجريبية تعود في أصولها إلى المذهب التجريبي الذي ظهر في القرن السابع عشر بفضل تطور العلوم الطبيعية آنذاك، وخصوصاً في مجالي الفلك والفيزياء، كما نجد اتجاهاتٍ عقليةٍ تعود في أصولها إلى فلسفة رينيه ديكارت (١٥٩٦ - ١٦٥٠) R. Descartes وليبنتز (١٦٤٦ - ١٧١٦) G. W. Leibniz وبعضها متأثر بفلسفة عمانوئيل كانت (١٧٢٤ - ١٨٠٤)، ويقتفي آثارها،وهي التي سميت فيما بعد بالكانتية الجديدة (Neo-Kantianism) وبعضُها متأثرٌ بفلسفة هيجل (١٧٧٠ - ١٨٣١) G. W. F.

1) Kemble, E. C.: Bridgman, Percy Williams. p. 461.
2) Newitt, D. M.: Percy Williams Bridgman, p. 27.

Hegel وبعضها متأثر بآراء تشارلس دارون (١٨٠٩ - ١٨٨٢) C. R. Darwin ومع ذلك يمكن تسجيل ملاحظتين حول الآراء الفلسفية في القرن التاسع عشر وهما:

١. إننا لا نجد نُظُماً فلسفيةً مثاليةً مغلقةً على غِرَار ما هو موجود عند (هيجل) مثلاً.

٢. بدء اهتمام الفلاسفة بالعلوم الطبيعية وخصوصاً الفيزياء.

وقد شهد القرن التاسع عشر في عقديه الأخيرين انحسار مَدِّ الفلسفة المثالية عموماً، حيث كانت لمناقشة الفيزيائيين لمفاهيم الفيزياء أثرٌ كبيرٌ على الفلاسفة، حيث صدر كتاب (ستاللو) "مفاهيم ونظريات الفيزياء الحديثة" عام (١٨٨١) يتعرض فيه بالنقد للفيزياء الميكانيكية التي كانت سائدةً آنذاك والتي تحاول أنْ تفسِّر الطبيعة تفسيراً آلياً، كما أصدر أرنست ماخ عام (١٨٨٣) كتابه "علم الميكانيك" The Science of Mechanics، يناقش فيه المفاهيم الميتافيزيقية الغامضة كالزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة، والتي كانت قد ترسبت في فيزياء نيوتن. وقد حاول أرنست ماخ فصل الفيزياء عن اللاهوت، كما فعل غاليلو (١٥٦٤ - ١٦٤٢) Galileo Galilei من قبل، واقصاء البحث عن العلل من مجال الفيزياء. لقد أثرت أفكار ماخ تأثيرا كبيرا على الفلاسفة منذ عام (١٨٨٣) وحتى الربع الأول من القرن العشرين. وقد تأثر بها برجمان، بالإضافة إلى ذلك فإنَّ المناقشات الفلسفية التي دارت حول أسس الرياضيات وخصوصاً في مجال مناقشة نقائض نظرية المجموعات (Theory of Sets) والأفكار التي طرحتها المدرسة الحدسية الرياضية (Mathematical Intuitionism) في مجال الرياضيات، والتي يمثلها كل من برور وهايتنج A. Heyting والتي تركت أثراً على أفكار برجمان الفلسفية وخصوصاً في مناقشته لقانون الثالث المرفوع (The Law of Excluded Middle) كما سيتوضح ذلك في مناقشتنا له فيما بعد. وقد اطلع برجمان بالإضافة إلى ذلك على الفلسفة البراجماتية وفلسفة التجريبية المنطقية وتأثر بهما، لكنَّ الأثر الأهم في تفكير برجمان الفلسفي هو ظهور الثورات العلمية في بداية القرن العشرين وتطور الفيزياء النظرية؛ حيث ظهر

التأكيد على دور الرياضيات في مجال الفيزياء وأصبح العلماء يتحدثون عن فيزياء رياضية أو نظرية تعتمد الرياضيات البحتة والمناهج الرياضية - المنطقية، كما استخدمت الطريقة البديهية (Axiomatic Method) في صياغة النظريات الفيزيائية من عدد قليل من المقدمات وهذه الصياغة البديهية تأخذ بنظر الاعتبار بعض الشروط مثل عدم تناقض المقدمات، وكفايتها وضروريتها، وأصبح الفيزيائي النظري على النقيض من الفيزيائي التجريبي، يتعامل مع مفاهيم نظرية بمنهاهج رياضية متطورة، وأصبح الفيزيائي لا يتعامل مع مادة بل مع أفكار ومفاهيم رياضية، وبرز من هنا تأكيد دور الجانب العقلي وأثره في بناء النظريات، حيث ميز ماكس بلانك (١٨٥٨ - ١٩٤٧) M. Plank بين تجربة الإختبار والنظرية.[1] وأكد ألبرت آينشتاين على الجانب العقلي والدور الإبداعي الفعال للعقل في صياغة المفاهيم والنظريات الفيزيائية. وتم التأكيد على الاستدلال في استنتاج قضايا من النظرية لاختبارها تجريبياً. وتجدر الإشارة إلى الدور الذي قام به دافيد هلبرت (١٨٦٢ - ١٩٤٣) D. Hilbert في ترسيخ الطريقة البديهية، حيث ناقش هلبرت، بعد انتشار الهندسات اللاإقليدية Non-Euclidean (Geometries)، أسس هندسة إقليدس (حوالي ٣٣٠ - ٢٦٠ ق.م) Euclid وحاول أن يبنيها بناءً إكسيوماتياً من مجموعة قليلة من البديهيات والتي تتضمن مفاهيم غير معرفة، مثل النقطة والخط المستقيم، بحيث يمكن اختبار هذه الأوليات بطريقةاتفاقية واصطلاحية (Conventional) ثم يستنتج منها بطريقة منطقية وبدون اللجوء إلى الملاحظات والتجارب، بديهيات أخرى؛ حيث تأخذ المفاهيم معانيها من خلال علاقاتها مع بعضها في مجموعة المفاهيم الأولية. إنَّ هذه الطريقة البديهية التي اتبعها هلبرت في الهندسة أثرت تأثيراً كبيراً على الفيزياء النظرية في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين؛ حيث أدخلت الفيزياء طرقاً ومناهج رياضية -

---

1) انظر الدكتور ياسين خليل: مقدمة في الفلسفة المعاصرة، منشورات الجامعة الليبية، ١٩٧٠ ،ص٢٧٩ .

منطقية، مع ملاحظة أنَّ النظرية الفيزيائية يجب أنْ ترتبط بالتجربة لاختبارها، والتأكد من صدقها أو كذبها.[1]

وقد طرح (ماكس بلانك) عام (1900) نظرية الكم (Quantum Theory) وذلك من خلال أبحاثه التي كان يجريها في مجال الإشعاع، حيث يرى أنَّ الطاقه تطلق وتمتص على شكل وحدات منفصلة أو كميات (Quanta) خلافاً للاعتقاد السابق بأنَّها تسري في الأجسام بشكلٍ متصلٍ. وطرح آينشتاين (١٩٠٥) نظرية النسبية الخاصة (Special Theory of Relativity) والتي أثرت في التفكير الفلسفي لبرجمان تأثيراً كبيراً، حيث ألقى آينشتاين ضوءاً ساطعاً على تصورات الفيزيائيين القديمة لبعض المفاهيم الفيزيائية كالأثير والزمان المطلق والمكان المطلق وثبات الطول والكتلة، وانتقد فكرة تزامن الحوادث، حيث اعتبر آينشتاين أن قياس الزمن يتوقف على حركة نسق ما أو على حركة المنظومة المرجعية للملاحظ، وبين آينشتاين أن الطول يعاني انكماشاً في مجال السرعات العالية جداً والتي تقترب من سرعة الضوء، مؤكداً في جميع معالجاته لهذه المفاهيم ضرورة ربط مفاهيم النظرية بالملاحظات والتجارب سواءً أكانت تجارب فعلية أو عقلية تصورية.

أصبحت الاكتشافات الجديدة في حقل الفيزياء تهدد اعتقادات الفيزيائيين وتصوراتهم القديمة، كما أنَّ المفاهيم التي يستخدمها الفيزيائي في فهم ظواهر الطبيعة في عالمنا المألوف أصبحت غير صالحةٍ لتفسير ظواهر العالم الصغير أو الظواهر الذرية، كما أن مبدأ اللادقة The Uncertianty Principle عند هايزنبرك (W.Heisenberg) وتأكيده على استحالة إعطاء تعيين دقيق لموضع الجسم وسرعته في آنٍ واحد، هدَّدَ بشكلٍ واضحٍ الفهم الكلاسيكي للطبيعة، القائم على الحتمية، وأصبح العلماء يضعون الاحتمال والإحصاء نصب أعينهم في أبحاثهم الجديدة.

أصبح العلماء، أمام هذه الثورات التي مسّت الفيزياء ومفاهيمها الجوهرية، أكثر حذراً مماسبق في وصفهم للطبيعة وعندصياغتهم للمفاهيم،

---

1) لمزيد من التفصيل عن الطريقة البديهية انظر: الدكتور ياسين خليل، الطريقة البديهية في المنطق والرياضيات والفيزياء النظرية، مجلة كلية الاداب العدد ٢١، المجلد الاول، سنة ١٩٧٦ - ١٩٧٧.

فقد صرح برجمان أنَّ على الفيزيائي "إذا أراد تحاشي مراجعة موقفه باستمرار، ان يستعمل في وصفه للطبيعة، مفاهيم لها ميزة جعل تجربتها الحالية غير مقيدة تماماً لتجربة المستقبل."[1] ويمثل تصريح برجمان هذا ردة الفعل العنيفة التي حدثت للفيزيائيين جراء الأزمة التي مرت بها فيزياء نيوتن، وظهور نظرية النسبية التي ألغت بعض المفاهيم القديمة وصححت البعض الأخر منها، كما يمثل محاولة الفيزيائيين البحث عن أساس تجريبي متين يقيمون عليه نظرياتهم، بحيث لا يضطرون إلى حذف شيء منها، كما حدث مع فيزياء نيوتن ومفاهيمها المطلقة. وبما أنَّ النقد المرير الذي وجه إلى مفاهيم نيوتن كان بسبب عدم ارتباط هذه المفاهيم بالتجربة، ونظراً لأهمية القوانين والنظريات في الفيزياء فإنه يجب بالضرورة تفحص المفاهيم الفيزيائية بوصفها المفردات التى تصاغ بها هذه القوانين، فأصبحت قضية مناقشة المفاهيم الفيزيائية في بداية القرن العشرين قضية ضرورية أمام الفيزيائيين فانطلق برجمان من موقف التشكك إلى موقف عدم قبول أي مفهوم علمي ما لم تكن له علاقه بالتجربة، ومن هنا يعلن برجمان موقفه التجريبي الخالص بوصفه فيزيائياً تجريبياً، ويرى في تحليل آينشتاين للمفاهيم أفضل تصوير لمطلبه هذا؛ أي ضرورة ربط المفهوم بإجراءات التجربة. وهكذا انطلق برجمان لمناقشة المشكلات المنهجية في الفيزياء وعلى وجه التخصيص ما يتعلق منها بالمفاهيم العلمية من حيث وضوحها ومعانيها وأهميتها، وطرح لأجل ذلك موقفاً فلسفياً لحل تلك المشكلات حيث بين أهمية العلاقة بين التجارب والمفاهيم، مركزاً بذلك على الدراسة المنهجية لعمليات القياس في علاقتها بالمفاهيم الفيزيائية، حيث يرى أنَّ أهمية النظرية النسبية تأتي من كونها أوضحت العلاقة بين معنى المفهوم ومجموعة الفعاليات التي تؤدي إلى صياغته، وقد سميت أطروحة برجمان التي تؤكد على ربط المفاهيم بإجراءات القياس (وجهة النظر الإجرائية). وهكذا نرى ان "الإجرائية" (Operationalism)، كطريقة فلسفية لمعالجة المفاهيم والنظريات

---

1) Bridgman P W: L. M. P.p. 4

الفيزيائية، قد ظهرت بالدرجة الأولى نتيجة للاكتشافات العلمية المهمة التي حدثت في بداية القرن العشرين في مجال الفيزياء، وخصوصا نظرية النسبية لآينشتاين التي قدمت استفهامات وأسئلة كثيرة أثارت حواراً خصباً حول طبيعة المفاهيم الفيزيائية ومدى علاقتها بالتجربة.

وهكذا أكدت الإجرائية على النواحي التجريبية ودور التجربة وعمليات القياس في صياغة المفاهيم وبناء النظريات ودور الاستقراء، على النقيض من الفيزياء النظرية التي أكدت الاستدلال ودور المفاهيم النظرية. وقد واجه برجمان هنا مشكلة فلسفية مهمة تتعلق بدور المفاهيم النظرية في بناء النظريات الفيزيائية وضرورة ربط هذه المفاهيم بإجراءات تجريبية. وكان برجمان قد عالج هذه المشكلة في كتابه "منطق الفيزياء الحديثة" عام (١٩٢٧) مميزاً بين إجراءات أداتية للمفاهيم الفيزيائية التجريبية وإجراءات عقلية للمفاهيم الرياضية والمنطقية، إلا أنَّ التأكيد كان يدور حول الإجراءات الفيزيائية، وتعرض برجمان لانتقادات عنيفةٍ اضطر بعدها إلى تعديل موقفه عام (١٩٣٦) في كتابه "طبيعة النظرية الفيزيائية" مؤكداً على دور الإجراءات العقلية أو كما سماها هو "إجراءات القلم والورقة" paper and pencil operations) والتي تتعلق بالمفاهيم الرياضية والمنطقية. كما أكد في الوقت نفسه على ضرورة ربط هذه المفاهيم الرياضية بالمفاهيم التجريبية والإجراءات الأداتية؛ ذلك لأنَّ على النظرية أنْ تفسر وقائع تحدث في الطبيعة.

لقد تركت الإجرائية أثراً كبيراً على عدد كبير من الفلاسفة والفيزيائيين وعلماء النفس وعلماء الاجتماع. وقد انتشرت الإجرائية بعد ذلك انتشاراً واسعاً وأصبحت ذات أهمية في الفيزياء والعلم بصورة عامة، حيث يقول هنري ماجينو (H. Margenau) عام (١٩٥٤): "لايزال كل عالم يشعر بقيمة الأطروحة الإجرائية، وسأحاول أنْ أشير لأسباب هذه القيمة من خلال تبيان أنَّ التعريفات الإجرائية تلعب دوراً نقدياً في منهجية العلم."[1] ومنذ صدور كتاب برجمان "منطق الفيزياء الحديثة" عام (١٩٢٧)، أصبح البحث في منطق

1) Margenau, H.: Interpertations and Misinterpertationsof Operationalism, in V.S.Th., p. 39.

العلوم ميزةً تميز مباحث القرن العشرين، فكتب برات (C. C. Pratt) كتابه "منطق علم النفس الحديث (The Logic of Modren Psychology) عام (١٩٣٩) مستخدما الطريقة الإجرائية في معالجة مفاهيم علم النفس، وحاذياً حذو برجمان في مناقشة المواضيع، ثم نشر كوستاف بيركمان (Gustav Bergmann) مقالاً بعنوان "منطق مفاهيم علم النفس" (The Logic of Psychological Concept) عام (١٩٥١) في مجله "فلسفه العلم" (Phil. Sci.). ويرى بعض المفكرين مثل (بوس G. Boas) أنَّ الإجرائية لعبت دوراً مهماً في مجال صياغة المفاهيم العلمية من ناحيتي الدقة والوضوح، حيث يقول: "أنَّ الفائدة الأساسية للفكرة (الإجرائية) هي الزيادة الهائلة في الدقة التي أحدثتها في مجال بناء المفهوم العلمي."[1] في حين ترى ماري هيس (M. Hesse) أنَّ دور الإجرائية لم يكن مقتصراً على المفاهيم وحسب، بل تعداها إلى مجال صياغة النظريات، حيث تقول: "لا شك أنَّ للتعريفات الإجرائية وظيفةً مهمةً في النظريات الحديثة."[2] كما يرى البعض مثل (لندساي) أنَّ الإجرائية مهمةٌ جداً في مجال معالجة مشكلات الفيزياء ومعاني المفاهيم، حيث يقول: "إنَّ الإجرائية وجهةَ نظرٍ ساحرة ألقت ضوءاً مفيداً على مشكلات الفيزياء."[3] ونظراً لدقة معالجتها وتأكيدها على الوضوح، فإن بعض الفلاسفة المعاصرين حاولوا أنْ يستخدموا مصطلح الإجرائية في كتاباتهم كما هو الحال عند (جون ديوي) حيث يقول، إنَّه نَظراً لما يعتري فكرة البراجماتية من إبهام فإنه سوف يتبع برجمان في قوله "بالتفكير الإجرائي"[4]، أي أنه يستخدم مصطلح "التفكير الإجرائي" بدلاً من مصطلح "البراجماتية" في بعض المناقشات العلمية الدقيقة، وسوف يتضح أثر الإجرائية على المفكرين المعاصرين في مختلف المجالات فيما سنناقشه بعد ذلك.

---

1) Boas, G.: Some Remarks in Defense of the Operational Theory, J. Phil., 1931, p. 547.
2) Hesse, M.: Operational Defintion and Analogy in Physical Theories, Brit. J. Phil. Sci., Vol. 2, p294.
3) Lindsay, R. B.: Critique, p.469.
4) ديوي، جون: البحث عن اليقين، ترجمه احمد فؤاد الاهواني، دار الكتب العربية، ١٩٦٠ ص ١٣٦ .

٣ - إنَّ تأثير برجمان على المفكرين المعاصرين لم يكن مقتصراً على ما تركه من مؤلفاتٍ علميةٍ وفلسفيةٍ وحسب، بل تعداه إلى مشاركته الفعلية في الأحداث العلمية للقرن العشرين، والمشكلات الإنسانية والاجتماعية والفلسفية المترتبة على ذلك؛ فشارك في عدةِ ندواتٍ فكرية، القى فيها موضوعاتٍ متنوعةٍ حول ميزة عصرنا الذي نعيشه. إنَّ هذه المشاركات الفعالة تبرز مدى النشاط الفكري والحيوية التي كان يتمتع بهما برجمان، إضافة إلى أعماله التجريبية في مجال الفيزياء وكتاباته الفلسفية، أما الندوات التي شارك فيها فهي:

١- ندوة الأكاديمية الأمريكية للعلوم والفنون، المنقعدة عام (١٩٢٣)، لمناقشة موضوع نظرية النسبية، شارك فيها جورج بيرخوف (G.Birkhoff) وشابلي (H. Shapley).

٢- ندوة الأكاديمية الأمريكية للعلوم والفنون، المنقعدة في عام (١٩٢٩)، وشارك فيها برجمان بمقال "العناصر الثابتة في تيار الفيزياء المعاصرة."

٣- شارك في لقاء الجمعية الفيزيائية الأمريكية، وجمعية علماء الرياضيات الامريكيين عام (١٩٣١).

٤- شارك في ندوة الجمعية الأمريكية للرياضيات عام (١٩٣٢) بمقال "الميكانيك الإحصائي والقانون الثاني للديناميكا الحرارية."

٥- شارك في ندوة مرصد هارفارد عام (١٩٣٢) بمقاله "مقياس الزمن".

٦- حضر اللقاء السنوي الثامن لجمعية معلمي الفيزياء الأمريكيين عام (١٩٣٨) وشارك بمقاله "المجتمع والفيزيائي الذكي".

٧- حضر المؤتمر الدولي الخامس لوحدة العلم المنعقد عام (١٩٣٩)، وشارك فيه بمقال "الافتراضات المسبقة لوحدة العلم" الذي نشر عام (١٩٤٠) تحت عنوان: "العلم: عام أم خاص؟"

٨- حضر حفل التكريم الذي اقيم عام (١٩٤٣) في جامعة كولومبيا بمناسبة تقاعده عن منصب رئيس الجمعية الفيزيائية الأمريكية. القى فيه محاضرة بعنوان: "العلم ومحيطه الاجتماعي المتغير."

٩- حضر الندوة التي عقدت عام (١٩٤٥) لمناقشة "الإجرائية" حضرها كل من هربرت فايجل (H.Fiegl) وسكنر (B.F.Skinner) و(برات) واخرون. القى فيها برجمان محاضرة بعنوان: "بعض المبادىء العامة للتحليل الإجرائي."

١٠- حضر ندوة الأكاديمية الأمريكية للعلوم والفنون المنعقد عام (١٩٤٦) في بوسطن (Boston) وشارك فيها بمقال: "العالم والمسؤولية الاجتماعية."

١١- حضر المأدبة التي أقامتها جامعة هارفارد عام (١٩٤٧) تكريما له بمناسبة حصوله على جائزة نوبل للفيزياء عام (١٩٤٦). ألقى فيها برجمان محاضرة بعنوان: "العلم والحرية - تأملات فيزيائي."

١٢- حضر ندوة حول السياسة الأمريكية العامة للعلم، عقدت عام (١٩٤٧) في نيويورك شارك فيها بمقال: "الحرية العلمية والتخطيط القومي."

١٣- شارك في الندوة التي عقدت عام (١٩٤٧) تحت عنوان: "العلوم الفيزيائية والقيم الإنسانية" Physical Sciences and Human Values والتي حضرها كل من نورثروب (S.C.Northrop) و(شابلي) وآخرون، ألقى فيها برجمان محاضرة بعنوان: "آفاق جديدة للفكر."

١٤- حضر حفل خريجوا جامعة هارفارد للعام الدراسي (١٩٤٨)، وشارك بكلمة تحت عنوان: "استراتيجية العلوم الاجتماعية."

١٥- شارك في الكتاب التذكاري لأعضاء جامعة هارفارد الذي صدر عام (١٩٤٩) بمقال: "العلم والمادية والروح الإنسانية."

١٦- شارك في ندوة الأكاديمية الأمريكية للعلوم والفنون المنعقدة عام (١٩٥٣) لمناقشة الإجرائية، وكانت تحت عنوان "الحالة الراهنة

للاجرائية" The Present State of Operationalism، والتي شارك فيها كلٌ من (هنري مارجينو) و(لندساى) و(كوستاف بيركمان) و(أدولف كرنبوم) (Adolf Grunbaum) و(كارل همبل) (C.G. Hempel)، ألقى فيها برجمان محاضرة بعنوان: "الحالة الراهنة للإجرائية."

١٧- شارك في مؤتمر الذكرى المئوية الثانية للفيزيائي (ريمفورد) والتي أقامتها الأكاديمية الأمريكية للعلوم والفنون عام (١٩٥٣)، ألقى فيها برجمان محاضرة بعنوان: "تأملات في الديناميكا الحرارية."

١٨- شارك في الندوة التي عقدت في بوسطن عام (١٩٥٨) تحت عنوان: "العلم والعقل الحديث" Science and Modren Mind والتي شارك فيها (فيليب فرانك) وروبرت أوبنهايمر (Robert Oppenheimer) وتشارلس موريس (Charles Morris) وآخرون. ألقى فيها برجمان محاضرة بعنوان: "كوفاديس Quo Vadis".

٤ - بالإضافة إلى أبحاثه التجريبية في المختبر وكتاباته الفلسفية، وحضوره المؤتمرات والندوات العلمية والفكرية، فقد شغل برجمان عدة مناصب مهمة هي:[1]

١- رئيس الجمعية الفيزيائية الأمريكية.

٢- عضو الأكاديمية الوطنية للعلوم.

٣- زميل الأكاديمية الأمريكية للعلوم والفنون.

٤- عضو زائر في أكاديميات العلم في كل من إنجلترا والمكسيك والهند.

٥- عضو زائر في الجمعية الملكية في لندن.

٦- قام بمهام ممثل محرري مجلة ديدالس (Daedalus)، وهي مجلة الأكاديمية الأمريكية للعلوم والفنون.

٥ - لقد كان برجمان مخلصاً لاختصاصه الأصلي بوصفه عالما؛ حيث كان يعتقد اعتقاداً قاطعاً بأنَّ للعلم دوراً في حياة الإنسان وخصوصاً إذا ما

---

1) Kemble,E.C.: Birdgman, Percy Williams, p.458.

استخدم استخداماً نافعاً، حيث يرى في مقاله "رؤية جديدة للعلم" عام ١٩٢٩، إنَّ العلم حرّر الإنسان من الخرافات من خلال ترسيخه للاعتقاد بأن العالَم لا تحكمه قوى ذات نزوات متقلبة، بل هو على العكس من ذلك عالَمٌ منظمٌ يمكن أن يفهم من قبل الإنسان، إذا ما حاول الإنسان ذلك وبذكاء فيه ما يكفي لإبعاد الغموض. ويرى أنَّ الإعتقاد بأن العالَم قابل للفهم هو أعظم هدية قدمها العلم للحضارة. وكان برجمان ذا موقفٍ مميزٍ تجاه الحكومات الاستبدادية ودعا المواطنين بأن يقوموا بدورٍ فعالٍ تجاه سياسة حكوماتهم المستبدة، تجلى موقفه هذا عام (١٩٣٩) في مقاله "بيان من قبل فيزيائي" حيث قرر فيه غلق مختبره بوجه المواطنين اللذين هم من حكومات استبدادية، كما دعاهم للعمل من أجل القضاء على هذه السياسة المنافية للحرية، حيث أكد برجمان على أهمية الحرية بالنسبة للمواطنين والعلماء وضروريتها للإبداع، كما ظهر موقفه هذا في مقاليه "الحرية والفرد" عام (١٩٤٠) و"العلم والحرية" عام (١٩٤٧)، كما كان يعارض فكرة استخدام العلم للأغراض العسكرية من قبل الحكومات؛ كما يظهر في مقاله "الكفاح من أجل الأمانة الفكرية" عام (١٩٣٣) ومقاله "الحرية العلمية والتخطيط القومي" عام (١٩٤٧) بالإضافة إلى إيمانه بمقدرة العلم على تغيير الحياة إذا ما استخدم بشكلٍ نافعٍ وصحيحٍ، كما يظهر في مقاله "العلم ومحيطه الاجتماعي المتغير" عام (١٩٤٣) ومقاله "العلماء والمسؤولية الاجتماعية" عام (١٩٤٧)، وكذلك مقاله "بعض التضمينات الاوسع افاقا في العلم" عام (١٩٥٧) حيث يرى فيه أنَّ العلم يؤثر في الحياة تكنولوجياً من حيث اكتشافاته، والاستخدام التطبيقي لها، كما يؤثر تأثيراً إيديولوجياً من خلال تغييره لمعتقدات الناس التي اعتادوها. وكانت كثيراً من تأملات برجمان الاجتماعية والإنسانية متأثرة بويلات الحربين العالميتين الأولى والثانية، وما سببته من تدمير للبشر، وما جرّته من ويلات حيث مسَّت أرواح الكثيرين، وتفشت الأمراض وانتشرت المجاعات، ولهذا السبب كانت تأملات برجمان تجاه عصرنا الحالي تتسم في الكثير منها بمسحه من التشاؤم، كما يظهر في مقاله "كوفاديس" عام (١٩٥٨) الذي يرى فيه أنَّ: "المسألة الرئيسية هي أن الجنس البشري لم يجد حتى

الآن كيف يستخدم عقله."[1] ونتيجة لجهود برجمان العلمية والفلسفية والتأملات الجادة في تشخيص عيوب مجتمعنا المعاصر، أصبح برجمان موضع تقدير وإعجاب من قبل معاصريه من العلماء والفلاسفة على حد سواء، ونال بذلك شرف التكريم بعدة أوسمه وجوائز هي:

١- وسام ريفورد من الأكاديمية الأمريكية للعلوم.

٢- وسام كرسّون من جامعه فرانكلين.

٣- وسام بنجهام من جمعية الريولوجي (Rheology).

٤- جائزة كومستك من الأكاديمية الوطنية للعلوم.

٥- مكافأة نيويورك من مجلس البحث العلمي في أمريكا .

٦- جائزة نوبل للفيزياء عام (١٩٤٦).

٧- حامل لشهادات شرف من ست جامعات.

٨- وسام روزبيوم من الأكاديمية الملكية للعلوم في أمستردام

٩- وسام الأكاديمية الملكية من نذرلاند[2].

٦ – على الرغم من مواقف برجمان الإنسانية والأعمال التي قام بها إلا أنَّ السيرة الحقيقية له تكمن فيما تركه من مؤلفات قيمة ورائدة في مجالي الفيزياء والفلسفة. لقد ترك برجمان بعد وفاتة (١٣) ثلاثة عشر كتابا و(٢٦٠) مئتين وستين مقالة، ويكون بذلك قد ترك إرثاً هائلاً من الأعمال الفلسفية والعلمية التجريبية في مجال فيزياء الضغوط العالية جداً، حيث جُمعت مصنفاته التجريبية في الفيزياء في سبعة مجلدات تحت عنوان: "الأعمال التجريبية لبيرسي وليمز برجمان" ونُشرت عام ١٩٦٤ في كيمبرج ماساشوستس. وتمثل هذه الأعمال سبقاً وريادةً في مجال فيزياء الضغط العالي، كما تمثل نبعا لا ينضب للفيزيائيين وعلماء طبقات الارض وعلماء المعادن. وقد ترجمت أعماله العلمية هذه إلى عدة لغات. إلا أنني معني هنا

---

1) Bridgman, P. W.: Que Vadis, in Holton, G.: (Ed), Science and the Modern Mind, Beacon Press,Boston, 1958. p. 90.

2) Kemble, E.C.: Bridgman, Percy Williams, Pp.457-458

بذكر مصنفاته الفلسفية ذات العلاقة بفلسفته الإجرائية وبنتاجه كفيلسوف وهذه الكتب والمصنفات هي:

١. **التحليل البعدي (١٩٢٢)**

يتناول هذا الكتاب التحليل البعدي بالعرض المنهجي المنظم، كما أنه يتناول بالنقد بعض المبادئ المتضمنة فيه. وقد استخدم برجمان في هذا الكتاب تحليلاً إجرائياً، وإنْ لم تكن الإجرائية قد طُرحت بعد كطريقة فلسفية في معالجة المفاهيم والنظريات؛ ناقش برجمان بعض الإجراءات المتضمنة في التحليل البعدي، حيث يرى أنَّ معادلات الفيزياء يمكن أن تقدم بوضوح من خلال إعطاء قيم أو تفسير للرموز التي في المعادلات، والتي تمثل بدورها كميات فيزيائية مختلفة، وقد تطور هذا الشرط فيما بعد وطرح عام (١٩٣٦) في كتابة طبيعة النظرية الفيزيائية كمطلب أساسي لإضافة النص للمعادلات لغرض تفسيرها.

٢. **منطق الفيزياء الحديثة (١٩٢٧)**

اهم كتبه الفلسفية على الإطلاق وأكثرها انتشاراً وتأثيراً. طرح فيه برجمان لأول مرة وجهة نظره الإجرائية بطريقة منهجية مصاغة بصورة شبه كاملة؛ معللاً ظهور كتابه هذا بالحاجة الضرورية آنذاك لمناقشة أسس الفيزياء وبنية النظرية الفيزيائية وتحليل مفاهيمه ا الأساسية، على أثر الأزمة التي مرت بها فيزياء نيوتن ومناقشة (آينشتاين) للمفاهيم الأساسية للفيزياء، إضافة إلى إسهامات نظرية الكم، مبيناً أهمية نظرية النسبية التي قادت إلى ظهور هذه الفلسفة الإجرائية من خلال ربط المفاهيم بإجراءات التجربة. وقد ناقش فيه برجمان مفاهيم متعددة لنظرية النسبية ونظرية الكم. ويعد هذا الكتاب أكثر كتبه تأثيرا على مدى الربع الثاني من القرن العشرين تقريبا.

٣. **طبيعة النظرية الفيزيائية (١٩٣٦)**

وهو عبارة عن مجموعة من ثلاث محاضرات ألقاها برجمان في جامعة برنستون، وتمثل محاولته الشخصية بوصفه فيزيائياً تجريبياً لمعرفة

الإمكانيات المتاحة له لتنظيم مادة الفيزياء الحديثة معللاً ظهور كتابه بالتطورات الحديثة التي حصلت في مجال الفيزياء وعجز النظريات السابقة. وقد عدّل فيه برجمان موقفه الإجرائي الذي طرحه في كتابه السابق منطق الفيزياء، وحاول ربطها بإجراءات سماها إجراءات القلم والورقة. كما ناقش في هذا الكتاب موضوعاتٍ مثل الفكر واللغة والمنطق والرياضيات ومدى علاقتها بالإجراءات سواءً كانت أداتية أو عقلية، كما ناقش نظرية النسبية والميكانيك الموجي والنظرية الفيزيائية من حيث علاقتها بالتجربة من خلال الإجراءات الأداتية.

٤. **الفرد الذكي والمجتمع (١٩٣٨)**

يناقش دور الفرد وخصوصاً العلماء في المجتمع كما يناقش بعض الظواهر الاجتماعية من خلال فلسفتة الإجرائية.

٥. **طبيعة الديناميكا الحرارية (١٩٤١)**

يناقش فيه عدة مفاهيم فيزيائية في مجال الديناميكا الحرارية من وجهة نظر إجرائية، مميزاً فيها بين مفاهيم تجريبية ومفاهيم رياضية، ومميزاً بين إجراءات أداتية فيزيائية وإجراءات عقلية، هي إجراءات القلم والورقة بالنسبة للمفاهيم النظرية.

٦. **تأملات فيزيائي (١٩٥٠)**

وهو عبارةٌ عن مجموعةٍ مقالاتٍ لبرجمان قد نُشرت في أوقاتٍ متباينةٍ ويشتمل موضوعات متعدد بعضها علمي وبعضها منهجي وبعضها اجتماعي.

٧. **طبيعة بعض مفاهيمنا الفيزيائية (١٩٥٢)**

وهو عبارة عن ثلاث محاضرات ألقاها برجمان في لندن، ونشر ت في المجلة البريطانية لفلسفة العلم (١٩٥٠)، ثم جمعت ونشرت عام (١٩٥٢) في كتابٍ مستقلٍ تحت العنوان نفسه. تناول برجمان في هذا الكتاب عدة مفاهيم فيزيائية بالمناقشة والتحليل، ومن وجهة نظرٍ إجرائيةٍ متسامحةٍ حيث يميز بين إجراءات أداتية وأخرى عقلية للمفاهيم الرياضية والمنطقية، كما يؤكد على دور التجارب العقلية ويعتبر مجالها هو مجال الإجراءات العقلية التي

يكون فيها الإبداع الحر للعقل بالنسبة للفيزيائي ممكن، كمايرى أنَّ المفاهيم الرياضية يمكن ربطها بالإجراءات الأداتية ولو بصورةٍ غيرِ مباشرةٍ.

٨. **كينونة الأشياء (١٩٥٩)**

وهو عبارة عن مجموعة الملاحظات التي يعود تاريخها إلى زمن نشر كتابه منطق الفيزياء الحديثة (١٩٢٧) حيث يقول: إنَّ الوقت لم يسعفه آنذاك لنشرها، وتمثل مناقشات تفصيلية لنفس الموضوعات التي طرحها في كتبه ومقالاته السابقة، ولم يضف اليها شيئاً جديداً، وقد خصَّصَ جزءاً كبيراً من كتابه هذا لمناقشة علم الاجتماع وعلم النفس.

٩. قام عام (١٩٦٠) بتحقيق ونشر كتاب (ستاللو) **"مفاهيم ونظريات الفيزياء الحديثة."**

١٠. **الكتاب التمهيدي لمثقف النسبية (١٩٦٢)** نشر بعد وفاته.

المقالات:

١. رؤية جديدة للعلم (١٩٢٩).
٢. العناصر الثابتة في الفيزياء المعاصرة (١٩٣٠).
٣. التغير الحديث لموقفنا نحو قانون العلة والمعلول (١٩٣١)
٤. الميكانيكا الاحصائية والقانون الثاني للديناميكا الحرارية (١٩٣٢).
٥. مقياس الزمن (١٩٣٢).
٦. عن الطبيعة في الأبحاث الكونية (١٩٣٣).
٧. الكفاح من أجل الأمانة الفكرية (١٩٣٣).
٨. ردة الفعل الثانية للفيزيائي تجاه نظرية المجموعات (١٩٣٤).
٩. التحليل الإجرائي (١٩٣٨).
١٠. بيان من قبل فيزيائي (١٩٣٩).
١١. المجتمع والفيزيائي الذكي (١٩٣٩).
١٢. العلم عام أم خاص؟ (١٩٤٠).
١٣. الحرية والفرد (١٩٤٠).

١٤ . تحدي للفيزيائيين (١٩٤٢)

١٥ . العلم ومحيطه الاجتماعي المتغير (١٩٤٣).

١٦ . مستقبل الفكر (١٩٤٥).

١٧ . بعض المبادئ العامة في التحليل الإجرائي (١٩٤٥).

١٨ . التحليل البعدي، مقالة في الموسوعة البريطانية (١٩٤٦).

١٩ . آفاق جديدة للفكر (١٩٤٧).

٢٠ . العلماء والمسؤولية الاجتماعية (١٩٤٧).

٢١ . الحرية العلمية والتخطيط القومي (١٩٤٧).

٢٢ . العلم والحرية – تأملات فيزيائي (١٩٤٧).

٢٣ . الاستراتيجية للعلوم الاجتماعية (١٩٤٨).

٢٤ . الديمقراطية العاطفية والفيزيائي المنسي (١٩٤٩).

٢٥ . العلم والمادية والروح الإنسانية (١٩٤٩).

٢٦ . حول المنهج العلمي (١٩٤٩).

٢٧ . نظريات آينشتاين ووجهة النظر الإجرائية (١٩٤٩).

٢٨ . بعض متضمنات وجهات النظر الحديثة في الفيزياء (١٩٤٩).

٢٩ . تأملاتٌ خارجةٌ عن نطاق البحث في تاريخ العلم (١٩٥٠).

٣٠ . التضمينات الفلسفية للفيزياء (١٩٥٠).

٣١ . المظهر الإجرائي للمعنى (١٩٥٠ – ١٩٥١).

٣٢ . اكتشاف العلم (١٩٥٢).

٣٣ . المهمة التي أمامنا (١٩٥٤).

٣٤ . العلم والحس المشترك (١٩٥٤).

٣٥ . ملاحظات حول الحالة الراهنة للإجرائية (١٩٥٤).

٣٦ . الاحتمالية والمنطق والإدراك اللاحسي (١٩٥٦).

٣٧ . العلم ووجهات نظر موسعة (١٩٥٦).

٣٨. الخطأ ونظرية الكم والملاحظ (١٩٥٧).

٣٩. بعض التضمينات الأوسع للعلم (١٩٥٧)

٤٠. كوفاديس (١٩٥٨).

٤١. ما مقدار الدقة الممكنة في الفيزياء (١٩٥٩).

٤٢. منطق الفيزياء الحديثة بعد ثلاثين عاماً (١٩٥٩).

الفصل الثاني

نشأة المذهب الإجرائي

٧ - إن البحث في الأصول الفلسفية للمذاهب التجريبية المعاصرة في فلسفة العلم، يمكن أن يعود بنا إلى جذورها التجريبية البعيدة والمتمثلة في الفلسفات التجريبية التي ظهرت منذ القرن السابع عشر، ومثّلها كل من جون لوك (١٦٣٢ - ١٧٠٤) J.Locke وباركلي وهيوم (١٧١١ - ١٧٧٦) D.Hume، الّذين انصبت مباحثهم على نظرية المعرفة؛ حيث أعطوا للمعرفة الحسية المستمدة من الخبرة والحواس أولويةً على المعرفة العقلية، وأنكروا المبادئ العقلية والأفكار الفطرية. ورأى جون لوك أن العقل صفحةٌ بيضاءً تستمد معارفها من خلال ما يكتب فيها من المعرفة الحسية.[1] وقد صاغت التجريبية رأيها في القول إنه لا شي يوجد في العقل لم يكن من قبل في الحواس، وهي بهذا تنكر جميع الأفكار الفطرية والمبادئ العقلية.

إنّ الجدل الأكثر مباشرة في علاقته بفلسفة العلم المعاصرة، وخصوصاً فيما يتعلق بموضوع الفلسفة الإجرائية يعود إلى حدود منتصف القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين ويتمثل في مجموعتين هما:

أ- المجموعة الاولى وتضم ثلاثة أفرع تعد أساسية في نشوء المذهب وتبلوره وهي:

١ - الانتقادات العلمية والفلسفية التي وجهها فلاسفة العلم أمثال ماخ، ستاللو، بوانكاريه، هيرتز، ودوهيم للنظرية الفيزيائية والمفاهيم المستخدمة في بنائها، ومدى علاقتها بالتجربة وخضوعها للقياس، ومنها بشكل خاص المفاهيم التي طرحها نيوتن في نظريته الميكانيكية، وهي المفاهيم المطلقة كالزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة.

---

1) - Locke، J: An Essay Concerning Human understanding, (Ed)by A.S Pringle –Pattison, The Clarendon press, Oxford, 1960, P.42.

٢ - الحدث الأكثر أهمية من الناحية التأ سيسية في علاقته بفلسفة العلم وخصوصاً الإجرائية، وهو ظهور نظريتي الكم (ماكس بلانك) ونظرية النسبية آينشتاين في مستهل القرن العشرين، والتي غيرت كثيراً من نظرتنا الفلسفية للكون عموماً وللفيزياء بوجه خاص، بما استحدثته من مفاهيم جديدة، أدت إلى ظهور فلسفات علمية تنظر لبنية النظرية الفيزيائية نظرةً جديدةً طبقاً للوقائع التجريبية المكتشفة.

٣ - العامل الذاتي في تأسيس المذهب؛ أي الإسهام الشخصي لبرجمان نفسه، والمتمثل في نظرته الفلسفية الثاقبة في النظر إلى الحقائق التجريبية المتراكمة، ومحاولة إحكام بنيتها المنطقية بصياغةٍ جديدة، وكذلك في نظرته العميقة النافذة إلى أسس الفيزياء ومفاهيمها الغامضة، وقد انطلق برجمان في موقفه هذا من كونه فيزيائياً تجريبياً يؤكد وبشدة على عمليات القياس وأهميتها كأساس صلب ومتين للفيزياء.

ب- المجموعة الثانية وتضم أربعة أفرعٍ لا تعد أساسية في نشوء المذهب، كالتي سبق ذكرها، إلا أنها تلعب دورا من خلال دخولها إلى الإجرائية عن طريق التأثير المتبادل في الأفكار والاشتراك معها في بعض النقاط. مع احتفاظ كل فلسفة بميزتها الجوهرية الخاصة بها، وهذه الأفرع هي:

١- الفلسفة البراجماتية.

٢- التجريبية المنطقية.

٣- المدرسة الحدسية - الرياضية، التي أسسها برور.

٤- نظرية الكم - في مجال المنطق الثلاثي القيم.

وسأتناول فيما يلي بالتوضيح دور المجموعة الأولى في نشوء المذهب الإجرائي.

لقد انتقد آرنست ماخ المفاهيم المطلقة في فيزياء نيوتن، بوصفها مفاهيماً غامضةً، وبناءات عقلية خالصة لا علاقة لها بالتجربة؛ حيث أنَّ التجربة تعطينا الزمان النسبي الذي يمكن قياسه. وانتقد ماخ مفهوم الكتلة كما طرحه نيوتن، بوصفه كمية المادة الموجودة في الجسم، حيث يرى ماخ أنَّ هذا التعريف يفتقد شرطاً أساسياً من شروط صياغة المفاهيم في النظرية ألا وهو شرط الوضوح، لذلك حاول انتقاد هذا المفهوم من خلال علاقته بمبدأ الفعل ورد الفعل، والمتمثل بالقانون الثالث من قوانين الحركة عند نيوتن، حيث يرى ماخ صعوبة الفصل بينهما.[1]

يقول ماخ إذا أخذنا عدداً من الأجسام المتساوية في خواصها الكيمائية فإننا نستطيع، كافتراض، أن نُكَوِّنَ فكرةً عما يسمى بكمية المادة، ونستطيع أنْ نتصور أنَّه كلما ازدادت هذه الكمية ازدادت المقاومة المبذولة من قبل الأجسام للحركة. ولكن متى افترضنا أنَّ هذه الأجسام مختلفة في خواصها الكيميائية، فإن القول أنَّه لا يزال هنالك شيءٌ ما قابل للقياس، وهو ما نسميه بكمية المادة، لا يمكن أن يُقَرَّرَ إلا بواسطة التجربة، ويرى ماخ أنَّ الوسيلة الوحيدة للتحقق من كتلة هذه الأجسام هي القيام بعمل "استخدام فعلي وبصيغة إجراء، لتبرير الافتراض بأنَّ الأجسام المختلفة تكون قابلة للقياس بنفس المقياس."[2] بحيث يمكن أن تحدد كتلة الجسم بواسطة إجراءات فيزيائية ومن خلال حركة الجسم التي تكون قابلة للملاحظة، حيث أنَّ "جميع الأجسام التي تكون ذات كتل متساوية، والتي تؤثر على بعضها بصورةٍ متبادلة، تنتج تعجيلات متساوية ومتعارضة."[3] ويقدم (همفريز) في كتابه "المبادئ الأساسية للفيزياء الذرية" شرحاً لموقف ماخ من تعريف الكتلة عند نيوتن كما يلي:[4]

1) Mach, E: Science of Mechanics. P.265.
2) Ibid: P.265
3) Ibid: P.265.

4) همفريز، ريتشارد: المبادئ الأساسية للفيزياء الذرية، ص٧٠.

إذا أخذنا جسمين (ا،ب) يؤثر أحدهما على الآخر، وبغض النظر عن كيفية التأثير، نصل عن طريق التجربة إلى أنَّ نسبة قيمتي تعجيل كل من ا وب ثابتة، وأنَّ التعجيلين متضادان في الاتجاه تماماً؛ أي أنَّ نسبة قيمة تعجيل (أ) إلى قيمة تعجيل (ب) تؤخذ بوصفها مساويةً للنسبة العكسية لكتلتيها، أي نسبة كتلة ب إلى كتلة أ، ويعبر عنها بالصيغة الرمزية التالية:

ع ا/ع ب = ك ب/ك ا

او ع اك ا = ع ب ك ب

حيث تكون الكتلة مرتبطة هنا بقانون نيوتن الثالث في الفعل ورد الفعل بحيث يمكن القول إنَّ نسبة تعجيل جسمين مختلفتين مساوية للنسبة العكسية لكتلتيهما.

ويرى ماخ أنَّ تعريفه هذا للكتلة هو محاولة لازالة كل غموض ميتافيزيقي من التعريف[1] لأنَّ هذا التعريف مبني على الظواهر الخاضعة للملاحظة، حيث أنَّ التجربة وحدها تقرر أنَّ التعريف (كمية المادة) غير ضروري. وبهذا يرى همفريز: "أنَّ القياس وحده هو الذي يصف الكتلة، وجميع قياسات الكتلة تحوى تأثيراً تبادلياً."[2]

وقد كان هنالك تأكيداً آخر على دور التجربة والقياس من قبل هنري بوانكاريه في مناقشته للهندسات اللا اقليدية ومقارنتها بهندسة إقليدس حيث بيّن أنَّ فرضيات التجربة تستطيع أنْ تحسم وبشكل قاطع ما بين فرضيات إقليدس وفرضيات لوباتشسكي، وتقرر ما إذا كان المكان إقليدياً أو لا إقليدياً، وأنَّ هذا لا يتم دون استخدام القياس والوحدات القياسية؛ كقياس الأطوال والمستقيمات بواسطة الأمتار. وفي مناقشته لمفهم القوة يقرر بوانكاريه أنَّه إذا أردنا أنْ نستفيد من المفهوم، فعلى التعريف أنْ يخبرنا بكيفية قياسه، وهذا كاف للأغراض العلمية والعملية. ففي مفهوم القوة لا نحتاج إلى معرفة ما هي القوة في حد ذاتها، وإنَّما يتوجب علينا معرفة ما نعنيه بقولنا إنَّ القوتين متساويتان أو متى تكون القوتان متساويتين؟

1) Mach, E: Science of Mechanics. P.267.

2) همفريز، ريتشارد: المبادئ الأساسية للفيزياء الذرية، ص ٧١.

والجواب الذي يحقق الدقة الفيزيائية المرجوة هو أنَّ القوتين تكونان متساويتان "عندما تعطيان نفس التعجيل لنفس الكتلة، أو عندما تؤثران باتجاهين مختلفين وتكونان في حالة تساوٍ"[1] وإنَّ حساب ازدياد سرعة الجسم أو تعجيله سواء باتجاه واحد أو باتجاهين متعارضين لا يتم دون قياسٍ لطول المسافة المقطوعة بهذه السرعة خلال فترة معينة من الزمن، وإنَّ هذا القياس للتعجيل يتم باستخدام وحدات قياس معينة هي (سم/ثا^2).

وهكذا فإن تعريف القوة يعتبر تعريفاً علمياً إذا استطاع أنْ يخبرنا بالطريقة التي نقيس بها قوة ما، إما القول (إنَّ القوة علة للحركة) فهو قولٌ لا فائدة منه في العلم، كما يرى بوانكاريه.

وأكد بييردوهيم (١٨٦١ - ١٩١٦) Duhem Pierre كذلك على دور التجربة والقياس في الفيزياء وأهمية القوانين التجريبية في بناء النظرية الفيزيائية، حيث ينتقد دوهيم الفلاسفة الذين يعتقدون أنَّ النظرية الفيزيائية ليست تمثيلاً لقوانين تجريبية، وإنما شرحاً لهذه القوانين، ذلك لأنهم لا يجعلون من الأفكار المرتبطة بقضايا النظرية الفيزيائية إشارات ورموز لصفات قابلة للملاحظة والإختبار التجريبي وإنما تعبيرات لحقيقة مخفية تحت الظواهر. ويطرح دوهيم رأيه الذي ينص على أنَّ هدف جميع النظريات الفيزيائية هو تمثيل وتصنيف للقوانين التجريبية. ويرى أنَّ النظرية الفيزيائية حرة في اختيار أي طريق تشاء على شرط أنْ يجنبنا أيَّ تناقض منطقي، لكنها بصورة خاصة ليست حرة في عدم أخذها بنظرية الاعتبار للوقائع التجريبية،[٢] وعندما يكتمل البناء المنطقي للنظرية يصبح من الضروري أنْ تقارن مجموعة القضايا الرياضية بمجموعة الوقائع التجريبية عن طريق تضمن النظرية لإجراءات القياس المقبولة، وهكذا تكون المفاهيم الفيزيائية معرّفة بواسطة إجراءات فيزيائية فعلية. إما إذا كانت "هذه الموافقة بين اشتقاقات النظرية ووقائع التجربة غير متجلية بشكلٍ مقنعٍ، فإن

1) Poincare, H.: Science and Hypothesis. P.98.
2) Duhem, P.: The Aim and Structure of Physical Theory, (Trans) by, P.P. Wiener, Princeton, New Jersey, 1954, P.206.

النظرية يجب أنْ تبني منطقيا بشكل جيد، ولكن مع ذلك يجب أنْ تُرْفَضَ بسبب تناقضها مع الملاحظة؛ أي بسبب كونها كاذبة فيزيائيا."[1] وهكذا تظهر أهمية المقارنة بين اشتقاقات النظرية والحقائق التجريبية، حيث أنَّ اختبار الاشتقاقات النظرية تجريبيا هو الذي يمنح النظرية الفيزيائية صحتها، كما يؤكد دوهيم على التجربة والوحدات القياسية وضرورة ربط بعض المفاهيم بها مثل المسافة؛ حيث يقول: إنَّ "أيَّ طول مهما كان، يكون معروفا على نحو تام، عندما نقول إنَّه طول س من الأمتار."[2] ومع هذا يميز دوهيم بين المفاهيم وقضايا تخضع للاختبار التجريبي، ومفاهيم وقضايا نظرية لا تخضع له.

٨ – هنالك فلاسفة اخرون، وان كانوا اقل شهرة من الفلاسفة الذين سبق ذكرهم، إلا أنَّهم قد عملوا بدورهم على نقد المفاهيم الغامضة في الفيزياء الكلاسيكية وأكدوا على دور التجربة في صياغة المفاهيم وبناء النظريات الفيزيائية أمثال ستاللو وكليفورد. فقد درس ستاللو الفيزياء والرياضيات والفلسفة، وأصبح أستاذاً لهذه المواد، وألف كتابه "المبادئ العامة للفلسفة الطبيعية" The General Principles of Natural Philosophy تحت تأثير هيجل، ثم كثَّف جهوده بعد ذلك للتخصص في فلسفة العلم وعلى وجه التحديد فلسفة الفيزياء، حيث أصدر عام (١٨٨٢) كتابه "مفاهيم ونظريات الفيزياء الحديثة" الذي وضع فيه ستاللو أفكاره الاخيرة في فلسفة العلم؛ واقفاً ضد التصورات الميتافيزيقية في الفيزياء ومنتقداً بوضوح للنظرية الميكانيكية كما تبلورت في عصره والتفسير الميكانيكي الآلي للظواهر الطبيعية. ويرى ستاللو أنَّ كتابه هذا ليس إسهاماً في الفيزياء كما أنه لا يميل نحو الميتافيزيقا؛ بل هو يبحث في نظرية المعرفة، لذلك فهو غير معنيٍ بوضع نظريةٍ جديدةٍ أو وضع نظامٍ جديدٍ للفلسفة، بل يحاول أنْ يختبر المفاهيم الأساسية والنظريات في الفيزياء، ويرى أنَّه ليس من الحكمة الميل إلى دفاعٍ علنيٍ أو خفيٍ لغرض الرجوع إلى منهج ميتافيزيقي أو أن تكون للبحث أهداف

1) Ibid: P.206.
2) Ibid: P.109.

ميتافيزيقية، وإنَّ المبادئ الكامنة في العلم هي لتعزيز وليس لكبت روح البحث التجريبي، ولإقرار بدلاً من رفض، المحاولة الكبيرة للبحث العلمي للحصول على موطئ قدم فوق أرضية تجريبية صلبة، حيث أنَّ المعطيات الحقيقية للتجربة يمكن أن تختصر دون تحيزات أنطولوجية.[١]

وينتقد (ستاللو) التصورات الميتافيزيقية، وأثرها في الفيزياء، حَيثُ يُشَخِّصُ أربعة أخطاء يعتبرها أساسية وهي:[٢]

- تعدد المفاهيم حسب تعدد الأشياء والأصناف الموجودة في الطبيعية؛ وهذا يؤدي إلى كثرة في المفاهيم في حين يسعى العلم إلى اختزال المفاهيم إلى أقل عدد ممكن وكاف لتفسير الظواهر الطبيعية.
- إنَّ المفاهيم الأكثر عموميةً وشمولاً، والحقائق المتطابقة معها، توجد قبل المفاهيم الأقل عمومية، وهذه الأخيرة مشتقة من الأولى، بينما تبدأ الفيزياء من المفاهيم الأكثر بساطة ووضوحاً لتصل إلى المفاهيم الأكثر تجريداً لغرض صياغة النظرية ككل.
- إنَّ الترتيب لأصول المفاهيم وتكونها متماثل مع الترتيب لأصول الأشياء وتكونها، بينما تسعى الفيزياء لجعل المفهوم الواحد يمثل مجموعة من الظواهر.
- إنَّ الأشياء توجد على نحو مستقل وسابق لعلاقتها، وإنَّ العلاقات تكون بين المفاهيم أو الحدود المطلقة.

أما كليفورد فقد اهتم بالرياضيات والهندسة خصوصاً، وتأثر بفلسفة كانت وبنظرية داروين في التطور العضوي، وحاول التوحيد بين مختلف هذه المعارف في نسقٍ واحدٍ، وأفضل كتبه هو: "الحس المشترك للعلوم المضبوطة" الذي يتناول فيه الحساب والهندسة وبعض مفاهيم الفيزياء بالدراسة والبحث، مثل القوة والكتلة وغيرها، ويميز كليفورد بين الهندسة بوصفها علماً مشتقاً من التجربة والهندسة بوصفها بنية منطقية خالصة تتكون من

---

1) Stallo, J.B.: Concepts and Theories of Modern Physics. (ED) by P.W.Bridgman, Cambridge, Mass, 1960, P.4.
2) Ibid: P.159-160.

مفاهيم أولية مثل النقطة والخط المستقيم وغيرها، أي يميز بين الهندسة التطبيقية والهندسة النظرية. ويرى أنَّ الهندسة عندما تطبق على العالم الخارجي تصبح علماً تجريبياً وتكون قضاياه مؤسسة على التجربة وصالحة لوصف المكان الملموس والمادة الممتدة، فتكون قضايا الهندسة صادقةً فيما يخص أشياء الخبرة، وبالتالي فإنَّ المعيار الوحيد لصدق البديهيات الهندسية أو كذبها هو التجربة، وهكذا ينظر كليفورد للهندسة نظرة تجريبية خالصة حيث يقول: "إنَّ الهندسة هي علم فيزيائي فهي تبحث في أحجام الأشياء وأشكالها وأبعادها."[1] ويقرر أنَّه سيدرس علم أشكال الأشياء وأبعادها من خلال عمل ملاحظتين على درجة كبيرة من البساطة والوضوحهما:

"الأولى أنَّ الشيء يمكنه أنْ يتحرك من موضع لآخر دون تغير في حجمه أو شكله، والثانية أنَّه يمكن أن نحصل على أشياء لها نفس الشكل ولكنها مختلفة الأحجام."[2]

فإذا ما أردنا أنْ نحدد حجم جسم ما، فإننا نحدده بواسطة إجراءات نقوم بها لقياس أبعاده من نقاط مختلفة، ولكن قياس هذه المسافات لا يتم دون استخدام أداة قياس لوحدات الطلول كالمتر مثلاً، وباستخدام أدوات القياس هذه نستطيع التأكد من أنَّ الأجسام التي تنتقل لا تتغير أحجامها أو اشكالها، وبهذا نكون قد قمنا بعمل إجراءات فعلية لقياس ما، ثم نعبر عن هذه الإجراءات العملية بأعداد تحدد الطول، وهكذا نستطيع القول عن طولين: "أنهما متساويان عندما يكون نفس الجزء من المقياس منطبق على كليهما"[3]، مع ملاحظة أنَّ الدقة التامة في القياس هي مطلب مثالي وأنَّ القياس الفعلي لا يزودنا بها.

وأَوَدُ أنْ أشير إلى أنَّ كليفورد يستخدم كلمة "إجراء" (operation) بكثرة، وخصوصاً في حديثه عن العدد وعمليات العد والترتيب المكاني للأشياء المعدودة، ويستخدم مصطلح الإجراء بطريقتين وباستخدامين مختلفين؛ فتارة

1) Clifford, W.K.: Common sense of the exact Sciences, Dover Publications, New York, 1946, P.43.
2) Ibid: P.43
3) Ibid: P.48.

يشير به إلى العمليات الذهنية التي يؤديها الشخص الذي يقوم بعملية العدّ واثناء هذه العملية، وتارةً أخرى يشير بها إلى العمليات المادية التي يقوم بها الشخص في ترتيبه للأشياء والأعداد عند إجرائه للعمليات الحسابية. كما يرى أنَّ إجراءات العمليات الحسابية يمكن أن تعرف بلغة الإجراءات الفيزيائية للتجاور، وذلك بوضع الأشياء المعدودة في مجموعاتٍ معينةٍ متجاورةٍ بعضها جنب بعض، لكي تتم عليها عمليات العد.

إنَّ كليفورد على الرغم من حديثه عن الإجراءات إلا أنَّه أولاً لم يضع حدوداً فاصلةً تماماً بين إجراءات عقلية وأخرى فيزيائية، كما أنَّه لم يضع لهما هذه التسميات، بل تحدث عن الإجراءات في الحساب بصورةٍ عامة، ثانياً إنَّه لم يشترط في المفاهيم الرياضية والفيزيائية أنْ تكون مرتبطة بمجموعة من الإجراءات، كما أنَّه لم يتحدث عن إجراءات القياس وضرورتها في تعريف المفاهيم وبهذا يمكن أن نميزه عن برجمان. وإنْ كان كليفورد يرى بأنَّ المبادئ الفيزيائية تشبه المبادئ الهندسية والحسابية، بوصفها قواعد لتنظيم الانطباعات الحسية؛ بحيث ترد القضايا الفيزيائية إلى قضايا حول تجارب حسية خاضعة للقياس، إلا أنَّه لم يعتبر إجراءات القياس شرطاً أساسياً في تعريف المفاهيم.

٩ - إنَّ الفيلسوف الذي كان له الفضل في تأسيس فلسفة إجرائية للعلم هو هوجو دنكلر (١٨٨١ - ١٩٥٤) Hugo Dingler، وهو فيلسوف الماني درس الرياضيات والفيزياء وعلم الفلك والفلسفة، مع الاهتمام بوجه خاص بفلسفة العلم وفلسفة كانت. تتلمذ دنكلر على أستاذة يعدون من كبار علماء وفلاسفة القرن العشرين ويمثل كل منهم أحد المذاهب الفلسفية المعاصرة، مثل دافيد هلبرت وأدموند هوسرل (١٨٥٩ - ١٩٣٨) E.Husserl وفيلكس كلاين (١٨٤٩ - ١٩٢٥) F.Klein وهيرمان منكوفسكي (١٨٦٤ - ١٩٠٩) H.Minkowski وفلهام رويننتكن W.Roentgen، وحصل على شهادة الدكتوراه في الرياضيات والفيزياء وعلم الفلك عام (١٩٠٦) ثم أصبح أستاذاً في جامعة ميونخ في ألمانيا عام (١٩٢٠).

إنَّ هذا الظرف الدراسي هيأ لدنكلر فرصة للإطلاع على مختلف المدارس الفلسفية المعاصرة والإستفادة منها؛ كالتجريبية (Empiricism) والوضعية (Positivism) والكانتية الجديدة والفينومينولوجيا (Phenomenology) والمدرسة الحدسية (Intuitionism) والمدرسة الشكلية (Formalism).

كما أنَّ اهتمامه بالعلوم النظرية والتطبيقية كالرياضيات والفيزياء وعلم الفلك، دفعه للنظر إليها نظرة فلسفية، محاولاً البحث عن الأسس الفلسفية التي تقوم عليها العلوم المضبوطة، ومحاولا تقديم جوابٍ للسؤال الكانتي "كيف يكون العلم المضبوط ممكنا؟"[1] ويقصد دنكلر بالعلوم المضبوطة، تلك العلوم التي لا يمكن اشتقاقها من التجربة، ولم يتردد دنكلر في اعتبار علم الحساب والتحليل والهندسة والميكانيكا علوماً مضبوطةً وسماها بالعلوم العقلية إشارة إلى كونها غير مشتقة من التجربة، إلا أنَّه رأى أنَّ هذه العلوم لابد وأنْ تقوم في أساسها على بعض الأفكار الأساسية وأنَّ هذه الأفكار والمفاهيم يجب أن تكون لها علاقة بالتجربة؛ بحيث يكون لكل منها معنى واحد فقط، ويتحدد هذا المعنى من خلال إجراءات تجريبية، ثم تُرَكَّبُ هذه الأفكار والمفاهيم مع بعضها فتصبح هذه العلوم "مؤلفة على نحو إجرائي من عدد قليل من الأفكار الأحادية المعنى والمستخدمة كأحجار البناء."[2] وبهذا يصبح البحث العلمية، مبنيا على أساس الفعالية العملية التي تمكننا من إعادة بناء أسس العلم بطريقة إجرائية ترفض الأفكار التي لا تخضع لمحك تجريبي وعلمي، ولكي يكون البناء إجرائيا وسليماً وغير متأثر بالنظريات السابقة، يجب علينا أنْ نبدأ من النقطة التي يسميها دنكلر "حالة الصفر"zero situation والتي وصفها فيما بعد بأنَّها "وجهة نظر التحرر من الافتراضات المسبقة."[3] ثم يضع دنكلر مخططاً لمفاهيم العدد والمكان والزمان، متعلق بأربع خطوات إجرائية تمثل نقاط الابتداء للعلوم المضبوطة والتي يستطيع بواسطتها اشتقاق جميع بديهيات العلوم المضبوطة، ويبرهن عليها بطريقة اجرائية،

1) Rossi-Landi, F.: Dingler, H.In the Ency. Phil.Vol.2, p.407.
2) Ibid: P.407.
3) Ibid: P.407.

ويستطيع أنْ يعيد بنائها بهذه الطريقة،ويرى دنكلر أنَّ إعادة البناء الإجرائي لأسس العلم يجعل حقل الأسس هذا منطقةً مغلقةً بوجه الخلافات الفلسفية والاجتهادات التأملية، وتصبح عملية بناء أسس العلم عملية بناء تجريبي خالص.[1] وسوف يتضح فيما بعد بأن إجرائية برجمان تختلف عن الإجرائية التي تحدث عنها دنكلر.

١٠ - تطورت الفيزياء النظرية تطوراً كبيراً في بداية القرن العشرين على يد كل من ماكس بلانك وآينشتاين، حيث طرح ماكس بلانك فرضا حول إمكانية امتصاص الطاقة وإطلاقها على شكل وحدات أو كمات بعكس التصور السابق من أنَّ الطاقة تنتقل بشكل متصل من جسم لآخر، كما أكد ماكس بلانك على دور التجارب العقلية التصورية في الفيزياء وأهميتها للوصول إلى بعض النتائج عندما تكون التجربة الفعلية غير ممكنة.

وأسهم آينشتاين في تطوير الفيزياء النظرية من خلال نظريته في النسبية الخاصة والعامة، والتي تختلف عن النظريات الفيزيائية السابقة، بوصفها تقدم بناءً مختلفا ومفاهيما جديدة في الفيزياء وتصورات مختلفة عما هو مألوف، حيث استخدم آينشتاين مفاهيم مثل متصل الزمان - المكان (Space–Time Continuuom) بدلا من مفهوم المكان لوحده أو الزمان لوحده في وصف الحركة، حيث يمكننا وصف حركة جسم ما بثلاثة إحداثيات للمكان وإحداثي رابع بالزمان، ويتحدد وصف الحادثة بصورة تجريبية، حيث تتعين الأبعاد المكانية الثلاثة للحادثة بواسطة وحدات قياس معينة، ويقاس الزمن بوحدات قياس أخرى، ويتحول هذا القياس إلى وصف كمي للحادثة مصاغاً بلغةٍ رياضية بحيث تحدد حركة الجسم بالاستناد إلى مرجع معين، وبهذا تصاغ هذه الحوادث بوصفها وقائع مرئية قابلة للملاحظة. إنَّ القياسات في النظرية النسبية أصبحت موضع النقاش خلافا لما كانت عليه

---

1) كتب دنكلر عدداً كبيراً من الكتب والمقالات باللغة الألمانية وأبرز كتبه هي: "فلسفة المنطق والحساب" (١٩٣١) و"أسس الهندسة" (١٩٣٣) و"منهج الفيزياء" (١٩٣٨)، ولكن جميع أعماله بقيت باللغة الألمانية ولم تترجم للإنكليزية، ولندرة وشحت ما كتب عنه باللغة الإنكليزية فأنني اعتمدت بصورة رئيسية على المقال المذكور سابقا.

في السابق، حيث أصبحت عملية القياس تخضع لمبادئ النظرية ككل، فالأطوال تتغير مع السرعات، وزمن وقوع الحادثة يختلف باختلاف موقع المشاهد ومنظومته المرجعية وسرعتها، وبالتالي فإن وصف طريقة القياس أو الإجراءات المتخذة يصبح أكثر صعوبة حيث ترتبط المفاهيم الرياضية المجردة بوقائع الخبرة والملاحظة، وعلى الرغم من أن نظرية النسبية تحتوي مفاهيما ورموزا رياضية مجردة تدخل في البنية المنطقية للنظرية ككل. إلا أنه من المفروض أنْ تخضع هذه المفاهيم لتطبيقات تجريبية، لكي تحقق وصفا فيزيائيا للظواهر الطبيعية، وبالتالي يتوجب على هذه المفاهيم والرموز أنْ تخضع لتعريفات تجريبية لقياس المسافة والزمن وغيرها؛ أي لتعريفات تربط المفهوم بالتجربة وتحدد وصفا تجريبيا لهذه الرموز والمفاهيم لكن بلغة إجراءات قياسية معينة. وعلى الرغم من تأكيد آينشتاين على الجانب العقلي في بناء النظريات الفيزيائية ودور الإبداع العقلي الخلاق فيها، إلا أنَّ النظرية يتوجب عليها تفسير ظواهر في الطبيعية، لذلك يؤكد آينشتاين في الوقت نفسه على ضرورة وجود تعريفات إجرائية لبعض المفاهيم المستخدمة في النظرية، لكي تقدم الوصف الفيزيائي لظواهر الطبيعية، بحيث تكون التجربة محكاً لصدقها أو كذبها.

١١ - أسهم الفلاسفة السابقون في وضع أسس للفلسفة العلمية، تقوم على نقد وتمحيص المفاهيم المستخدمة في الفيزياء ورفض المفاهيم الغامضة منها، والتي لا تخدم العلم ولايمكن إخضاعها للتجربة وقد أدى الفلاسفة السابقون دورهم في هذا المجال، بل كانوا البداية التي حققت مبتغاها في نشوء مذاهب فلسفية معاصرة، تستفيد من أعمالهم كالتجريبية المنطقية التي استفادت من اعمال ماخ بالاضافة إلى إسهامات برتراند رسل في المنطق. لكن برجمان على الرغم من اطلاعه على أعمال هؤلاء الفلاسفة وتأثره بها، لم يعتمد عليها اعتماداً كلياً ويرى بأن هذه الكتابات التي قام بها كل من ماخ وبوانكاريه وستاللو وكليفورد في مجال أسس الفيزياء وبنيتها المنطقية لا تلغي البحث النقدي في أسس الفيزياء أو الكتابة في هذا الموضوع.[1] وذلك بسبب

1) Bridgman, P.W.: L.M.P.P.V.

تطور الفيزياء النظرية خلال الربع الأول من القرن العشرين، واكتشاف وقائع جديدة في مجال النسبية وتركيب الذرة والنشاط الإشعاعي ونظائر النيترونات؛ هذه الوقائع لفتت انتباه الفيزيائيين إلى مجالات جديدة، بالاضافة إلى تجمع مادة كبيرة جدا في مجال الفيزياء التجريبية، والتي يجب إعادة اختبارها وتنظيمها بحيث تصبح قابلة للفهم. كما أنَّ عجز النظريات الفيزيائية السابقة في تقديم تفسير للظواهر الجديدة وتشعب تصورات الفيزيائيين وممارستهم، يدل على أن التفكير في أسس الفيزياء لم ينتشر بعد، حيث "إنَّ عدداً كبيراً من النظريات ظهر للوجود والعديد منها، تقريباً، أخفق تماماً، بينما القليل فقط كان نجاحه محدوداً."[1] هذه العوامل الموضوعية دفعت برجمان للقيام هو نفسه بمناقشة هذا الوضع، والذي كان متعلقا بعمله التجريبي في حقل فيزياء الضغوط العالية جدا، والأعمال المختبرية التي تحتاج إلى عمل قياسات دقيقة، بالإضافة إلى نزعة برجمان العملية والصعوبات التي واجهته عام (١٩١٤) في تدريسه لمادة الديناميكا الكهربائية، حيث لاحظ وجود بعض المفاهيم الغامضة والتي دفعته إلى التأمل في هذا الموضوع لغرض التخلص من هذا الغموض، حيث يقول برجمان بأنَّه على الرغم من أنَّ ظهور الإجرائية مرتبط بصدور كتابي "منطق الفيزياء الحديثة" عام (١٩٢٧)، إلا أنَّ "الأعداد لها في تفكيري الخاص يعود إلى الوراء على الأقل إلى عام ١٩١٤."[2]

يمكن أن نستنتج من هذا أنَّ طرح الإجرائية كبرنامج لمعالجة المفاهيم العلمية من قبل برجمان، لم يكن لتأثير فلاسفة سابقين قد مهدوا لهذه النتيجة وحسب، ولم يكن بتأثير من ظهور النسبية لآينشتاين وتحليله للمفاهيم، على رغم من أهمية هذا العامل الذي يعترف برجمان بأولويته دائما في جميع كتاباته، بوصفه العامل الاكثر تأثيرا ومباشرة في نشوء الإجرائية، بل إن هنالك عامل آخر لا يقل أهمية عن العوامل السابقة ألا وهو العامل الذاتي، أو الإسهام الشخصي لبرجمان نفسه كعالم وفيلسوف، بحث بدقة في أسس الفيزياء المعاصرة، وحاول تنقيتها من المفاهيم الغامضة حيث

---

1) Bridgman, P.W.: N.P.Th. P.I.

2) Bridgman, P.W.: Remarks on the Present State of Operationalism. In Reflections, P.160-161.

يقول: إنَّ "مناقشتي للتقنية الإجرائية جاءت فقط بعد ما يقرب من عشر سنوات على الأقل من التأمل المستمر في محاولة لرؤية ما يحدث فعلاً في فروع الفيزياء، والذي جعلني متحيراً... فقد فكرت من خلال مناقشة التحليل البعدي... والذي كان فيه قدر كبير من الغموض، وبعد ذلك حاولت أنْ أرى ما هو متضمن فعلا في نظرية الحقل الكهرومغناطيسي ونظرية النسبية، وتلك الإجراءات من نظرية الكم التي كانت قد تطورت عام ١٩٢٦، وبعد هذا فقط، بعد هذه الخلفية من محاولتي الشخصية في تحليل وقراءة تحليل الاخرين، بدأ طريق التحليل الناجح يتضح أمامي، لذلك فإن أفكاري حول التقنية الإجرائية ناتجة من الملاحظة وتطبيق التحليل."[1]

وقد أكد برجمان بصورة مستمرة على أهمية هذا العامل التجريبي أو العملي في نشوء الإجرائية حيث يقول: "يجب أنْ نتذكر أنَّ وجهة النظر الإجرائية طرحت نفسها من خلال ملاحظة الفزيائيين وهم في العمل"[2]، وأنَّ تأكيده على النواحي العملية التجريبية وأهميتها لم يقتصر على الإجرائية، بل يراه ميزة مهمة تميز المنهج العلمي بصورة عامة حيث يقول: "المنهج العلمي هو ما يفعله العلماء العاملون وليس ما يقوله الناس أو العلماء أنفسهم حوله."[3]

يتبين مما سبق وجود عوامل جعلت برجمان يشعر بضرورة وجود فهم أفضل لأسس الفيزياء، وللمفاهيم التي تقوم عليها النظريات الفيزيائية ومحاولة جعل المعارف الفيزيائية التجريبية الجديدة منسجمة مع إدراكنا ونظرياتنا السابقة، ومحاولة تكثيف وضغط المعرفة التجريبية الهائلة في وجهة نظر قابلة للفهم، أي صياغتها في نظرية جديدة، وهو مما يقع على عاتق فلاسفة العلم، حيث إنَّ "كثيراً من الظواهر الجديدة لا يمكن أن تقبل بدون تنقيح أساسي لنظريات سبق أنْ اعتبرت مناسبة."[4] ومن هنا انطلق

---

1) Bridgman, P.W.: O.A. P.115.
2) Bridgman, P.W.: Reflections, P.166.
3) Bridgman, P.W.: "On Scientific Method", InReflections, P.81.
4) Bridgman, P.W.: N.P. Th. P.1.

برجمان لاختبار هدف الفيزياء ودراسة طبيعية مفاهيمها الأساسية ومحاولة فهم طبيعة البنية المنطقية للفيزياء المعاصرة والتنظيمات الفلسفية المترتبة عليها، واعتبار نظرية النسبية هي الحدث المهم في فيزياء القرن العشرين، حيث استطاعت أنْ تغير بعض مفاهيمنا القديمة وتستبدلها بمفاهيم جديدة، وبالتالي أثرت في نشوء وجهات نظر فلسفية جديدة، يقول برجمان عن الإجرائية في هذا الصدد: إنَّ "وجهة النظر هذه أخذت أول أهميتها التطبيقية، وربما معظمها، من خلال عمل آينشتاين في تحليله لمفهوم التزامن (Simultaneity)، وأصبحت الآن أساسية في الميكانيك التموجي كما قدم من قبل بور (Boher) وهايزنرك وديراك (Dirac)."[1] ويميز برجمان مظهرين في مناقشة وتحليل آينشتاين للمفاهيم العلمية هما:

"في المحل الأول، إدراك التناقض المتضمن في الأسئلة الأولية للمعنى، وأنَّ معاني الحس المشترك لتلك الحدود كالمسافة والزمن، لم تكن واضح بما فيه الكفاية، لكي تخدم الأوضاع التي طرحت من خلال الوقائع الجديدة.

في المحل الثاني، هنالك المنهج الذي يتم بواسطته إعطاء الدقة الضرورية المتزايدة للمعنى، هذا المنهج هو تعيين الإجراءات المتضمنة في أمثلة ملموسة عند تطبيق الحد الذي يكون معناه موضع تساؤل."[2]

ويرى برجمان انَّ موقف آينشتاين هذا أظهر أهمية وضرورة الدقة في فهم معاني المفاهيم العلمية، حيث أنَّ تحليل آينشتاين لبعض مفاهيم فيزياء نيوتن أظهر أنَّ هذه المفاهيم المطلقة خالية من المعنى التجريبي، لأنه لا يمكن ربطها بإجراءات تجريبية سواء أكانت إجراءات القياس المختبرية أم الإجراءات القائمة على الملاحظة.

ويرى برجمان أنَّ موقف آينشتاين تجاه المفاهيم الفيزيائية وتحليلها، هو موقف تجريبي إجرائي حيث يقول: إنَّ "هذا الموقف نحو المعنى هو ما أسميه إجرائيا."[3] أي التأكيد على ضرورة ربط المفاهيم بالتجربة من خلال

---

1) Bridgman,P.W.: The Time Scale, In Reflections. PP.269-270.
2) Bridgman,P.W.: Science and Common Sense, In Reflections, P.135.
3) Bridgman, P.W.: Some Implications of Recent Points of View in Physics, InReflections, P.85.

إجـراءات معينـة. ومـن هنـا بـدأ برجمـان تأملاتـه الأكثـر عمقـاً ومنهجيـةً في مناقشة أسـس الفيزيـاء؛ حيـث يـرى برجمـان أنَّ التأمـل الفلـسفي في أسـس الفيزياء المعاصرة لا يعني الميل إلى جانب الميتافيزيقا، بـل هـو في الأسـاس "رد فعـل متجـه نحونـا بـسرعة منتظمـة متزايـدة ناتجـة مـن الحقـائق المختـبرة المدروسـة."[1] ويـرى أنَّ المحـاولات الـسابقة للفيزيـائيين وُصـفت بأنَّهـا ميتافيزيقية، لأنها أخفقت في إحداث نتائج مثمرة في الفيزياء، لذلك يطمـح برجمان لإحراز هذه النتيجة، أي الحصول على نتائج مثمرة في مناقشة أسس الفيزياء، لأن عمل آينشتاين في تحليل مفاهيم فيزياء نيوتن ونقدها، جعل كثيراً مـن الفيزيـائيين يـشعرون بالـشك والريبـة تجـاه المفـاهيم الـتي كـانوا يستخدمونها بثقة كبيرة. ولكن بعد هـذا الحـدث الثوري في الفيزيـاء اضـطروا إلى إعادة اختبار مفاهيمهم ومراجعتها من جديد، وأمام هـذا الوضـع الخطـير حـاول برجمـان أنْ يقدم طريقـة أو برنـامج عمـل يـضمن للفيزيـائيين الوقـوف على أرض صلبة هـي أرض التجربة، وبالتالي محاولة تخليص الفيزيـائيين مـن مشقة معاودة النظر في مواقفهم بين فترة وأخرى؛ لأنَّ الفيـزياء حسب برنـامج برجمان ستكون مبنية على أسس متينة من الخبرة التجريبية، وفي الوقت ذاتـه تحاول إبعاد كل المفاهيم الغامضة مـن الفيزيـاء، وبهـذا يقـول برجمـان أنَّ علـى الفيزيـائي "إذا أراد تحاشـي مراجعـة موقفـه باسـتمرار فعليـه ألا يـستعمل في وصـفه للطبيعة إلا تلـك المفـاهيم الـتي لهـا ميـزة جعـل تجربتها الحاليـة غـيرة مقيدة لتجربة المستقبل"[2] ولذلك قام برجمان بطرح محاولته الفلسفية هـذه بشكل منهجي عام (١٩٢٧) حيث عرضها في أول كتاب فلسفي لـه هـو "منطـق الفيزياء الحديثة" طرح فيه آرائه الفلسفية ووجهة نظره التي سماهـا بـ"وجهـة النظر الإجرائية" التي يرى فيها إنَّ معنى المفهوم يتحدد بواسطة مجموعة مـن الإجـراءات الـتي تنـاظره، فإذا كـان الفلاسـفة الـسابقون قـد انتقـدوا المفـاهيم الميتافيزيقية لأنها غير خاضعة للتجربـة فإن برجمان ينتقـد المفـاهيم الـتي لا تخضع للقياس ولا يمكن تحديد معناها بلغة إجراءات معينة، وقد أخذت هـذه

---

1) Bridgman, P.W.: L.M.P. p.viii.
2) Ibid: P.4.

الطريقة فيما بعد طابعا فلسفيا فعرفت باسم "الإجرائية" (Operationism) أو "الإجرائية" (Operationalism) ولا يرى برجمان فرقا بين التسميتين كما يقول في مقالته "ملاحظات حول الحالة الراهنة للإجرائية" وإنْ كان يستخدم المصطلح "Operationalism" في معظم كتاباته. وقد يستخدم المصطلح "Operationism" للإشارة إلى إجرائية (دنكلر) ويستخدم الآخر للإشارة إلى إجرائية برجمان، إلا أنَّ معظم الباحثين يستخدمون اللفظتين للإشارة إلى إجرائية برجمان دون تمييز بينهما.

١٢. نستنتج مما سبق أنَّ برجمان حاول أنْ يطرح برنامجا لتخليص العلم من المفاهيم الغامضة التي ليست لها علاقة بالتجربة، ولإقامة العلم الفيزيائي على أسس متينة، ويحدد (فايجل) سببين لظهور الإجرائية هما:[1]

١. لتطهير المنهج العلميمن خلال إقصائها للعناصر قبل العلمية وغير العلمية (الميتافيزيقية).

٢. لتقديم فهم أكثر وضوحاً لمعنى المفاهيم العالية التعقيد المستخدمة في المستويات البنائية الأكثر تجريداً للنظريات العلمية الحديثة.

ويرى (جورج بوس) أنَّ نشأة الإجرائية كانت نتيجة لظروفها التاريخية، والمرحلة التي وصلها العلم، حيث يقول: إنَّ "الإجرائية هي عبارة عن التقنية لبناء المفاهيم، وإنَّ الحاجة لتقنية كهذه قد توضح من خلال تاريخ العلم؛ فليس هنالك علم خالٍ من مفاهيم تنحو، لسبب أو لآخر، لأن تكون غير قابلة للتطبيق."[2] ويقدم إعجابه بالإجرائية بقوله: إنَّ "أقل ما يمكن أن يقال بالنسبة للإجرائية هو كونها لا تقدم وسيلة لتجنب هذه المفاهيم وحسب، ولكنها تقدم كذلك توضيحا لرفضها لها."[3]

ويعبر بنيامين (A.C. Benjamin) كذلك عن إعجابه الشديد بالإجرائية، حيث يقول في عرضه لكتاب برجمان "منطق الفيزياء الحديثة" حين صدوره

---

1) Feigl, H.: Operationism and Scientific Method, Psychological Review, Vol.52, 1945, P.250.
2) Boas, G.: Some Remarks in Defense of the Operational Theory of Meaning, J.Phil. Vol.28, 1931, P.544.
3) Ibid: P.544.

عام (١٩٢٧): إنَّ الإجرائية سوف تبرهن على أنها ذات أهمية بوصفها إسهاما في مجال فلسفة العلم.[1] إلا أنَّ (بنيامين) حاول أنْ يقلل من شأن الإجرائية، فيما بعد، ومن الدور الريادي الذي قام به برجمان في تأسيسها، باعتبارها نزعة تفتقر للابتكار والجدة حيث يقول: "إنَّ وجهة النظر الإجرائية التي طرحت من قبل برجمان ليست جديدة، حيث أنَّ لوك ومعظم التجريبيين الآخرين لهم مواقف مشابهة، وحاولوا حتى انْ يصفوا ويضعوا بعض الأنواع الرئيسية من الإجراء."[2]

وأرى ضرورة التمييز بين تجريبية برجمان والتجريبية المعاصرة عموماً من جهة، وبين التجريبية التي نشأت منذ عصر (جون لوك)، وتطورت فيما بعد عند كل من (ديفيد هيوم) وجون ستيوارت مل (١٨٠٣ - ١٩٧٣). J.S.Mill حيث إنَّ ما يميز التجريبية القديمة عموماً هو اعتمادها الخبرة الحسية، ورفضها المبادئ العقلية الكامنة والأفكار الفطرية، واعتبارها أنَّ العقل صفحة بيضاء يستمد معارفه البسيطة من خلال الحواس، ولكن مفهوم الخبرة كان يعني آنذاك الملاحظة والمشاهدة والانطباعات والمعطيات الحسية المستمدة من خلال الحواس الخمسة، ولا تعني الخبرة بأية حال كما أنها لا تتضمن التجربة المختبرية أو إجراءات القياس، والتي تقدم نتائج تجريبية على هيئة رموز رياضية تمثل قيما معينة. إما تجريبية برجمان فإنها تتجاوز الخبرة الحسية نحو التجربة المختبرية الدقيقة وإجراءات القياس والرموز الرياضية والمعادلات التي تعبر عن الكميات القابلة للقياس. كما أنَّ التجريبية المنطقية أصبحت تعتمد المنطق والرياضيات بالإضافة إلى التجربة. أي أن التجريبية المعاصرة تجاوزت الخبرة الحسية ولجأت إلى التجربة المختبرية وعمليات القياس واعتماد الرياضيات والمنطق والمنهج الاستدلالي - الافتراضي والصياغات الرياضية المجردة. ولكن مع ذلك هنالك نقاط مشتركة تربطها بالتجريبية القديمة مثل رفض الأفكار القبلية والمبادئ

1) Benjamin, A.C.: Operationism: A Critical Evaluation, J. Phil, Vol.47, 1950, P.439.
2) Ibid: P.439.

الفطرية الكامنة في العقل.[1] وقد تحدث (فايجل) عن تجريبية برجمان على نحو أكثر إنصافا ودقة، حيث يقول إنَّ الإجرائية هي: "مجموعة معايير تنظيمية ونقدية، وفي ضوء هذه المعايير النقدية يمكن تقييم معنى وفائدة المفاهيم العلمية."[2] ويرى أنَّ الشروط التي تضمها الإجرائية لا تحتاج إلى تبرير ويمكن صياغتها كما يلي: إنَّ المفاهيم لكي تكون ذات قيمة وفائدة للعلم يجب أنْ تكون قابلة للتعريف بواسطة إجراءات معينة وهذه الإجراءات يجب أنْ تكون:[3]

- متماسكة منطقيا.
- محددة على نحو كاف.
- لها جذور تجريبية، أي ترتبط بالملاحظة والتجربة.
- ممكنة الإنجاز طبيعيا وتقنيا.
- قابلة لإعادة التكرار.
- تهدف إلى خلق مفاهيم تكون لها وظيفة في القوانين والنظريات الأكثر تنبؤاً بالظواهر من غيرها.

إنَّ مجموعة النقاط التي ذكرها (فايجل) أعلاه حول شروط الإجراء، لتوضح تماماً النزعة التجريبية الدقيقة لفلسفة برجمان الإجرائية. ولذلك نرى (بنيامين) في كتابه "الإجرائية Operationism" الصادر عام (١٩٥٥)، يشيد بتجريبية برجمان ويصف برجمان بقوله إنَّه: "تجريبي جيد Good Empiricist" وللأسباب التالية:[4]

- من ناحية تأكيده على الخبرة بوصفها مصدراً للمعرفة.
- من ناحية إنكاره الحاجة لأي افتراض قبلي تكون له علاقة أو دور في عملية المعرفة.

---

1) حول التشابه والاختلاف بين (لوك) و(برجمان) انظر: Benjamin, A.C.: Operationism. Ch.C. Thomas, Spring Field, Illinois. 1955, P.25-26. حيث يذكر بعض أوجه الشبه والاختلاف، إلا أنه لا يشير إلى الاختلاف الأساسي المذكور أعلاه.

2) Feigl.H: Operationism ND Scientific Method, P.258.

3) Ibid: P.258.

4) Benjamin, A.C.: Operationism, P.28.

• في تأكيده الشديد على الجزئيات مفضلاً إياها على الكليات؛ على الرغم من عدم قدرته على التوفيق بينهما، (والحقيقة أنَّ هذه الميزة تميز المذاهب والفلسفات التجريبية عموماً وليست مقتصرة على فلسفة برجمان.)

• في قبوله الخط العام لأطروحة الوضعيين أمثال (ماخ).

إنَّ الإجرائية بصيغتها التجريبية النقية هذه وبوصفها برنامجاً وطريقة عمل لمعالجة المفاهيم الغامضة، التي ليست لها علاقة بالتجربة وبالوحدات الإجرائية والقياس، قد تحولت بعد ذلك إلى مذهب فلسفي يحمل نفس الاسم، أعني "الإجرائية". ولكن ما هو موقف برجمان من هذه الفلسفة التي تطورت على يديه ثم أصبحت مذهبا في الفلسفة؟ والتي يعتبرها البعض مثل (اناتول رابورت A.Rapport) في كتابه: "فلسفة الإجرائية Operationsim Philosophy" فلسفة للعلم عموماً.[1]

يقول برجمان: "أعتقد أنني لم أتحدث عن "الإجرائية" (Operationism) أو "الإجرائية" (Operationalism) بل إنني أنفر من هذه الكلمات الطنانة والتي تتضمن شيئاً فلسفياً أكثر من ذلك الشيء البسيط الذي أراه وغير مقصور عليه."[2] ويكرر قوله هذا في مكان آخر حيث يقول: "إنني أمقت وبشدة كلمة إجرائية أو إجراءاتية التي يبدو أنها تتضمن مذهبا دوجماتيا (Dogma)، أو على الأقل أطروحة من النوع نفسه."[3] ويضيف برجمان بأنَّه يكره كل ما ينتهي بالمقطع (ism) لأنَّه يمثل التمذهب والدوجماطيقية، والتي يعتبرها برجمان حجر عثرة أمام التطور الفكري؛ لذلك يقول برجمان: "حاولت أنْ أقدم تحليلاً لهذه المناهج الناجحة، وليس لوضع نظام فلسفي."[4] ويقول أنَّ البرنامج الذي تصوره وحاول أن يقدمه، هو من البساطة بحيث لا يستحق أن يبجل بهذه الكلمات الرنانة، إنه كما يقول عبارة عن "موقف أو

1) Rapport, A.: Operational Philosophy, International J. for General Semantics, San Francisco, 1969, P.vii.
2) Bridgman, P.W.: O.A. P.114.
3) Bridgman.P.W.: Reflections, P.160.
4) Bridgman, P, W.: O.A. P.115.

وجهة نظر ولدت من خلال الممارسة المستمرة للتحليل الإجرائي."[1] ويرى أنَّ أفضلية هذا الموقف وميزته تكمن في أنَّ التحليل يكون بواسطة أفعال أو إجراءات أو أحداث وليس بواسطة أشياء أو موجودات أو كيانات، لذلك يقول: إنَّ "التحليل الإجرائي لا قيمة له بدون خلفية من التجربة. كما أنَّ الاستنتاجات من مثل هذا التحليل يمكن أن تكون عديمة الصحة، إذا لم يكن قد اشترط مسبقاً اجتيازها التجربة."[2]

إما بشأن المجموعة الثانية التي كانت ذات تأثير متبادل مع إجرائية برجمان وتشترك معها في نقاط معينة وهي:

التجريبية المنطقية.

البراجماتية.

المدرسة الحدسية الرياضية - برور - في مجال مناقشة قانون الوسط المرفوع.

نظرية الكم في مجال المنطق الثلاثي القيم.

فإنني سأناقش التجريبية المنطقية والبراجماتية في مبحث المفاهيم ومعيار المعنى، أما أثر المدرسة الحدسية الرياضية أو المنطق ونظرية الكم الذي يعتمد قيماً ثلاثاً فسنناقشها فيما بعد في موضوع المفاهيم الفيزيائية وذلك لإرتباطها بالإجراءات وبالفلسفة الإجرائية عموماً.

---

1) Bridgman, P.W.: Reflections, P.160.
2) Bridgman, P.W.: O.A. P.131.

الفصل الثالث

وحدات القياس الأساسية في الفيزياء

١٣ - يعتبر القياس (Measurement) من العمليات الأساسية التي يعتمدها العلم الحديث عموماً والفيزياء بصورة خاصة، ولم يتحقق تطور الفيزياء كعلم تجريبي، وما وصل إليه اليوم من دقة لولا اعتماد عمليات القياس؛ حيث انتقل هذا العلم من الوصف الكيفي للظواهر إلى الوصف الكمي، ومن الملاحظة البسيطة والتجربة التي تعتمد الحواس وسيلة في ترتيب الأشياء وتصنيفها، إلى التجربة المختبرية التي تستخدم أدوات قياس أكثر دقة من الحواس في دراسة الظواهر الطبيعية والظواهر الدقيقة جداً في مجال الميكروفيزياء أو عالم الذرة، حيث تساعد هذه الأدوات والأجهزة على توسيع القدارات الحسية في بحث الظاهرة المدروسة، كما أعطت دقة في النتائج مستنتجة من مدى دقة وتطور هذه الأجهزة والتي تساهم في تقدم العمليات القياسية وبالتالي تقدم العلم.

إنَّ ما نقوم به عند عمل قياسٍ معين ما هو إلا ملاحظة الشيء المراد قياسه ثم القيام بعمل إجراءات معينة لغرض الوصول إلى نتيجة، ولكن لابد لهذه العمليات من شروط، لذلك يرى (هنري مارجينو) ضرورة توافر بعض الشروط المسبقة لكل عملية قياس وهي:[(١)]

- أنْ يكون هنالك موضوع ما نقوم بإجراء عملية القياس عليه.
- أنْ يكون الموضوع قابلا للملاحظة؛ بحيث نستطيع إعطاء قيم معينة له.
- وجود الأدوات والأجهزة التي نستطيع بواسطتها من القيام بإجراءات القياس.

وعلى الرغم من أنَّ هذه الشروط أساسية لانجاز أية عملية قياس، إلا أنها غير كافية بذاتها لتكوين قياس دقيق؛ حيث يرى (مارجينو) بأنه قد تتوفر

---

1) Margenau, H.: The Natture of Physical Reality,Mcgraw-Hill Books Company,New York,1950,P.369 - 370.

الشروط الثلاثة السابقة ولكن النتيجة ليست قياساً بل مجرد ملاحظة؛ وذلك نتيجة لاختلاف الأجهزة والأدوات المستخدمة حيث يوجد جهاز قياس وهو جهاز تسجيل وهناك جهاز للمراقبة والمشاهدة، كما يحدث مثلا، عند ملاحظتنا لسباق خيول بواسطة ناظور حيث تتوافر الشروط السابقة من وجود الموضوع وقابليته للملاحظة ووجود جهاز نستخدمة، إلا أنَّ هذا بأجمعه لايمثل قياساً؛ لأنَّ الجهاز المستخدم هنا هو جهاز ملاحظة، وليس جهاز تسجيل. ولأنَّ القياس يختلف عن الملاحظة بصورة أساسية، بوصفه يحدد قيماً عددية للظاهرة المراد قياسها، ولا تكون العملية قياساً ما لم نستطع الحصول منها على قيم عددية، ثم معرفة ماذا تمثل هذه القيم وأي شيء ترمز، ثم نصل من هذا الشرط الرابع للقياس إلى تعريف القياس كما يطرحه نورمان كامبيل، بوصفه عملية "تعيين الأعداد لكي تمثل خواصاً"[1] هذا التعريف أفضل ولكن ليست جميع الخواص قابلة للقياس، فهنالك خواص يمكن قياسها وتمثيلها بواسطة قيم كالطول والمسافة والوزن والفترات الزمنية، وهنالك خواص لا يمكن قياسها بالدقة التي نقيس بها الخواص السابقة، ويضرب (كامبيل) المثل التالي لتوضيح ذلك:

إذا أخذنا كيساً من البطاطا، فإننا نستطيع تحديد وزنه بدقة، أما النوعية فلا يمكن تحديدها بدقة مثل الوزن. ولو أخذنا كيسين من البطاطا لكل منهما ذات الوزن وذات الكلفة وذات النوعية ثم وضعناهما في كيس واحد كبير فإن الأخير سيختلف عن الكيسين الأولين في الوزن وفي الكلفة، ولكن لن يختلف عنهما في النوعية، وبهذا فإننا نستطيع أنْ نقيس ونحدد بدقة الوزن الجديد للكيسين مع بعضهما وكذلك الكلفة، إما النوعية فإنها لم تتغير خلال ضم الكيسين إلى بعضهما.

ويستنتج (كامبيل) من هذا أنَّ "خواص الأجسام القابلة للقياس هي تلك التي تتغير من خلال ضم الحجوم المتشابهة. وأنَّ الخواص غير القابلة للقياس

---

1) Campbell,N.R.: Foundations of Science (Physics,The Elements).Dover Publications,New York,1957,P.267.

هي تلك التي لا تتغير"[1] عند ضم حجومها المتشابهة؛ ذلك لأن الخاصية المقاسة ستكون مرتبطة بالأعداد ومن ميزة العدد أنَّه يزداد بإضافة الكميات، وأنَّ الخاصية غير المقاسة ستكون غير خاضعة للعدد، وبالتالي لا يمكن قياسها وتمثيلها بواسطة الأرقام. ويحدد (كامبيل) بصورة أدق الشروط التي يجب توافرها في الخاصية لكي تكون قابلة للقياس وهي:[2]

- إذا تشابه شيئان في خاصية معينة مع شيء ثالث كانا متشابهين فيما بينهما في تلك الخاصية.
- عند إضافة أشياء على التوالي نحصل على سلسلة قياسية يكون أحد أعضائها متفقاً في الخاصية مع أي شيء آخر نريد قياسه.
- المتساويات المضافة إلى كميات متساوية تنتج كميات متساوية.

ويطبق (كامبيل) هذه القواعد على الطول كمثال؛ فإذا أخذنا قضيبين مستقيمين متساويين في الطول ووضعناهما على امتداد واحدٍ فإنهما سيشكلان قضيباً واحداً، فالأجسام المتساوية في الطول بالنسبة لنفس الحجم تكون متساوية في الطول بالنسبة لبعضها، وبإضافة قضبان أحدها إلى الآخر بصورةٍ متتاليةٍ يمكن تكوين قضيب مساوٍ لأي قضيب آخر، وإن القضبان المتساوية المضافة إلى قضبان متساوية تنتج قضباناً متساويةً. إن توافر هذه الشروط هو الذي يجعل الخاصية قابلة للقياس وبالتالي إمكانية تمثيلها بواسطة أرقام بحيث تصبح العلاقة الكمية أو العددية هي المظهر الشكلي الذي يمثل العلاقة التجريبية بين الأشياء ذاتها، كما يمكن التأكد من صحة هذه القوانين بواسطة التجربة؛ لأن هذه القوانين تجريبية وليست بديهية، كما يؤكد ذلك كامبيل بقوله: "إنها جزء مهم جداً من العلم التجريبي."[3]

---

1) - كامبيل، نورمان: ما لعلم؟ ترجمة طارق عبدالهادي محمد العاني، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٨١، ص١٠١.

2) المصدر السابق: ص١٠٥ - ١٠٦.

3) المصدر السابق: ص١٠٨.

إن ما يجعل الخاصية قابلة للقياس هو المشابهة بينها وبين الأعداد، بحيث تكون عمليات الإضافة الفيزيائية للشيء المدروس مشابهة لعمليات الإضافة الرياضية في العدد؛ ويرى برجمان وجود تماثل بين الإجراءات الفيزيائية والإجراءات الرياضية في عمليات القياس؛ فقياسنا لمسافة ما بواسطة عصا القياس تتم من خلال نقل عصا القياس ووضعها على الشيء المراد قياسه، بحيث تكون بداية العصا متطابقة مع بداية ذلك الشيء، ثم ننقل العصا عدة مرات على المسافة المطلوب قياسها ويرى برجمان إن هذا الإجراء الفيزيائي في عملية نقل العصا عدة مرات وتكراره لتطبيقها على المسافة، إنما هو عملية متماثلة مع الإجراء الحسابي بإضافة الرقم إلى نفسه خلال عملية القياس.[1] وإذا كان القياس هو عملية تمثيل للخصائص بواسطة أعداد فإنه يخضع حتماً للقوانين الكمية، ويرى (أرنست ناجل) بأنه إذا كان لدينا شيئين أو مقدارين فإما أن يكون:[2]

أحدهما أكبر من الآخر ا >ب

او مساوٍ للآخر ا = ب

او أصغر من الآخر ا <ب

وتكون العلاقة أكبر من (>) علاقة لا تناظرية ومتعدية.

فاذا كان ا >ب فلا يمكن أن تكون ب >ا

إذا كان ا >ب وب >ج فإن ا >ج

وكذلك العلاقة أصغر من (<) لا تناظرية ومتعدية.

فإذا كان ا <ب فلا يمكن أن تكون ب <ا

إذا كان ا <ب وب <ج فإن ا <ج

أما علاقة المساواة (=) فإنها علاقة تناظرية ومتعدية.

فإذا كان ا = ب فإن ب = ا

وإذا كان ا = ب وب = ج فإن ا = ج

---

1) Bridgman,P.W.: W. Th. A. P.136.

2) Cohen,M.R. &Nagel,E.: An Introduction to Logic of Scientific Method,Routledge and Kegan Paul LTD,London,1964,P.297-298.

١٤- يمكن تقسيم جميع عمليات القياس إلى نوعين رئيسيين هما:

- الأول: عمليات قياس أساسية تتم على نحو مباشر وبدون الاعتماد على قياس سابق، وتسمى بعمليات القياس الأساسية.
- الثاني: عمليات قياس تتم على نحو غير مباشر وتعتمد وحدات القياس السابقة، وتسمى بعمليات القياس المشتقة.

أي أنَّ هناك نوعان من المقادير في الفيزياء؛ مقادير أساسية ومقادير مشتقة. والمقادير الأساسية في الفيزياء هي:

- الطول (Length)
- الزمن (Time)
- الوزن (weight)

وهذه المقادير لها وحدات قياس أساسية فالطول يقاس عادة بالمتر أو السنتيمتر، الذي هو جزء واحد من مائة جزء من المتر والذي يعرف بأنه المسافة بين خدشين على قضيب مصنوع من سبيكة تتكون من عنصري البلاتين واليورانيوم والمحفوظ في باريس في ظروف معينة وهو ما يسمى بالمتر المعياري.

أما الزمن فإنه يقاس بالثواني. والكتلة تقاس بالغرام أو الكيلوغرام. وتستخدم لهما أداوت معينة لإتمام عملية القياس، كالمتر والميزان والساعة. وبواسطة عصا القياس نتمكن من قياس طول المسافتين ا وب لمعرفة ما إذا كان ا = ب أو أكبر أو أصغر منه. كما نستطيع التوصل إلى أنَّ ا وب متساويان إذا ساوى كل منهما ح، فإذا ساوى ا وب كل منهما ح، فإن اح=ب ح، وعند ضم ا إلى ب يكون الطول الناتج مختلف عن كليهما. والملاحظ أنه عند قيامنا بعمليات قياس أساسية لخصائص مثل الطول والزمن والكتلة فإن هذه الخصائص تخضع للشروط الثلاثة التي ذكرها (كامبيل) سابقا، كما كانت تخضع لشرط مهم هو تغيرها بالإضافة؛ فإذا أضيفت فترة زمنية إلى أخرى نحصل في النتيجة على قيمة عددية تختلف عن أي منهما، وهذا شرط مهم، كما ذُكر سابقا، لكونه مطابق لخاصية في الأعداد وهي كونها قابلة للزيادة

بالإضافة مما يجعل لهذه الخواص قابلية التمثيل بواسطة أعداد. ولكن هناك مقادير لا تخضع لهذا الشرط الأخير ويضرب (كامبيل) مثالاً على ذلك بالكثافة ويوضحه كما يلي:

"عندما نقول بأن لجسم ما وزن قدرة (٢) هو أنّه يمكن عمل جسم له نفس الوزن بضم (٢) جسمين من الوزن (١). إنَّ ذلك هو المعنى الجوهري للوزن، إنّه مما يجعل الوزن مهما فيزيائياً ويجعله، كما رأينا توّاً، قابلاً للقياس. وعندما نقول إنَّ للزئبق كثافة مقدارها ١٣½، فنحن لا نعني أنَّه يمكن تحضير جسم ذو نفس الكثافة بضم ١٣½ جسم من الكثافة، (الماء). لأننا إذا عنينا ذلك فعلاً فسوف لن يكون تعبيرنا صحيحاً. ومهما كانت عينات الماء التي نأخذها - كلها من نفس الكثافة - فلن نستطيع إنتاج جسم بأية كثافة مختلفة. وإنّ مزجنا الماء بالماء، كما سنفعل، فستكون للجسم الناتج كثافة الماء. وهذا - كما سيتبين بقليل من التأمل - جزء من المعنى الجوهري للكثافة، وإنَّ الكثافة هي شيء مميز لكافة عينات الماء كبيرة أم صغيرة. إنَّ كثافة الماء - وهي إحدى خواصه - شيء مستقل أساساً عنه ومتناقض مع وزن الماء، أي كميته."[1]

وهذا يعني عدم استطاعتنا قياس الكثافة بواسطة العمليات الأساسيه كما في قياس الوزن أو الطول أو الكتلة. وتوجد في الفيزياء مقادير أخرى لا يمكن قياسها بواسطة عمليات أساسية، وهي التى تسمى بالمقادير المشتقة، مثل السرعة والتعجيل والقوة، والتي يمكن تعريفها باستخدام العلاقة بين المقادير الأساسية ووحداتها التي ذكرناها؛ مثل (سم) للطول، (ثا) للزمن، (غم) للكتلة، وباستخدام العلاقة بينهما يمكن قياس المقادير المشتقة، وبناء وحدات قياسية معينه لها، معتمدة على الوحدات الأساسية التي نختارها. السرعة، مثلا، هي إحدى المقادير المشتقة وتقاس بالاعتماد على الوحدات الأساسية؛ حيث أنَّ قياس سرعة جسم ما يعني قياس المسافة التي قطعها الجسم والفترة الزمنية التي استغرقها في قطع المسافة، وبقسمة المسافة على

---

1) كامبيل، نورمان: ما العلم؟ ص١١٣.

الزمن نحصل على السرعة. فإذا افترضنا أنَّ الجسم قطع ١ سم خلال ثانية واحدة فإن سرعته هي:

س = ١سم/١ ثا أو سم/ثا

وكذلك يمكن قياس التعجيل الذي هو مقدار الزيادة في السرعة خلال وحده الزمن ويعبر عنه كما يلي:

ع = سم/ثا^2 أو سم/ثا^2

أما القوة فيمكن تعريفها بأنَّها حاصل ضرب الكتلة في التعجيل:

ق= ك ×ع

وبما أنَّ وحدات الكتلة هي غم ووحدات التعجيل هي سم/ثا^2 فإن القوة تكون بالوحدات التالية:

ق = غ. سم/ثا^2 ووحدة قياس القوة هذه تسمى بالداين.

ويرى ستيفنز (S.S.Stevens) إنَّ هذه المقادير المشتقة ما هي إلا "دوال رياضية لمقادير أساسية معينة."[١] ويرى جون كيمني بأن قولنا إنَّ هذا الجسم أطول من الآخر أو أقصر أو له وزن مساوٍ لوزن جسم آخر أو أثقل أو أخف، ما هو إلا ترتيب بسيط يعوزه التنظيم في سلم رقمي؛ ذلك لكي يمكن تمثيله بواسطة أرقام عددية، حيث إنَّ المقياس يتكون من أرقام تربط بينهما وبين الظاهرة المدروسة نستطيع بواسطته أنْ نربط "بين الظاهرة الرئيسية وبين ظاهرة أخرى يمكن تحديدها بواسطة الأرقام."[٢]

وهكذا فإن تحديد أي مقدار يكون بالنسبة إلى مقدار آخر يتم الاتفاق على اعتباره وحدة للقياس، فمن الممكن مثلا الربط بين الحرارة وبين ظاهرة ارتفاع عمود الزئبق التي يمكن تحديدها بواسطة أرقام وبهذا يمكن قياس درجة الحرارة. ومع هذا فإن اختيار السلالم الرقمية التي نقيس بواسطة وحداتها الظاهرة المدروسة، يتم بطريقة اتفاقية، إلا أنَّ هذه العملية لا تخلو من صعوبة كما يرى (كيمني) وذلك لسببين هما:[٣]

1) Stevens,S.S.: On The Theory of Scales of Measurement,In Philosophy of Science, (Ed) by Donto. A., and S.Morgenbesser,Meridian Books, NewYork, 1960, P.147.

2) – كيمني: الفيلسوف والعلم ٢٢٥

3) المصدر السابق: ص. ٢٢٥

١- إنَّ الربط بين ارتفاع عمود الزئبق وازدياد درجة الحرارة يتطلب وجود قانون يثبت ذلك وينفي وجود شواذ.

٢- تبيان أنَّ الزئبق أفضل من غيره في ارتباطه بدرجة الحرارة.

ولكن لا فائدة من تعيين الأرقام التي تشير إلى الظاهرة دون ذكر لوحدات القياس التي نختارها لهذا الغرض، وهذا يقود بدوره إلى تعريف (ستيفنز) للقياس الذي هو متفق مع تعريف (كامبيل) في كون القياس هو عملية تعيين أعداد لتمثل خواصاً معينة، ولكن (ستيفنز) يضيف أنْ هذه العملية تتم "طبقا لقواعد"[1] وإذا كان تعيين الأرقام التي تشير إلى كميات فيزيائية معينة يتم طبقاً لقواعد، فإن هذا يقودنا إلى أنواع مختلفة من المقاييس اللتي تمثل وحدات قياس مختلفة، حيث أنَّ الأرقام وحدها لا تكفي بل لا بد من إيراد الوحدات التي تمت بها عملية القياس، ولكل عملية قياس وحدة تناسبها وإنَّ هذه الوحدات غالبا ما يتم تثبيتها والاتفاق عليها بطريقة اختيارية أو اتفاقية؛ أي لا يوجد قانون فيزيائي يفرضها على الباحث بل يقوم هو باختيارها، على أن تكون وحدات القياس هذه ثابتة ويمكن تكرارها بسهولة؛ بحيث تكون العمليات الحسابية المرتبطة بها عمليات بسيطة. وغالبا ما يستخدم نظام سنتميتر - غرام - ثانية (سم/غم /ثا) كوحدات قياسٍ أساسيةٍ للطول والكتلة والزمن، أو نظام متر - كيلوغرام - ثانية (م/كغم/ثا).

1) Stevens,S.S.: On The Theory of Scales of Measurement,P.142.

الفصل الرابع
الرياضيات ولغة الممكن
إجراءات الفيزياء والرياضيات والمنطق

١٥ - لاحظنا في الفصل السابق، أنّنا عندما نقوم بعملية القياس لتحديد طول مسافة ما، فإننا نختار وحدة قياس معينة، كالمتر أو أية وحدة قياس أخرى، ونطبقها على المسافة المطلوب قياسها لمعرفة مقدار الطول، ومن ثم نقوم بحساب القيمة الناتجة عن عملية القياس. إنّما قمنا به هو عملية تجريبية تستند إلى قوانين تجريبية، ويرى برجمان أنّ مثل هذه العمليات يمكن أن تسمى "أحداث" أو "فعاليات" أو "أعمال"، إلا أنّه يرى أنّ مثل هذه الكلمات عامة جداً، لذلك يفضل استخدام كلمة "إجراء"بدلاً منها لأنّها أكثر تحديداً وحصراً. وبرجمان لا يعرّف الإجراء، بل إنّ الإجراء كمفهوم قد قُبل بدون تعريف أو تحليل.[1] ويرى أنّ الإجراء هو فعالية ما، مباشرة ومنصبّة على وصف ما يحدث فعلاً خلال عملية المعرفة، حيث يقول: "إنّ اجرائي ربما يأتي بوصفه أقرب إلى "الفعل"، مفهوما بمعنى استخدام "الفاعل" وهذا عادة ما يتضمن في منحاه هدفاً واعياً."[2] أي أنّ برجمان يوحد بين الإجراءات والفعاليات حيث يقول: إنّ "الإجراءات والفعاليات يعنيان هنا شيئاً واحداً."[3] ويمكن الاستنتاج بصورة عامة أنّ الإجراء هو العمل الذي نقوم بإنجازه على شيء ما، بواسطة وسائل فيزيائية فعلية أو وسائل عقلية لغرض الحصول على نتيجة يمكن صياغتها بلغة رياضية أو لغة رمزية دقيقة.

ولمّا كانت الوسائل المستخدمة في هذا العمل هي إما وسائل فيزيائية أو عقلية فإن برجمان يقسّم الإجراءات من حيث الوسيلة المستخدمة والطرق التي نبحث بها إلى قسمين هما:

1) Bridgman, P.W.: N.S.P.C., P.8 and Reflections,P.89.
2) Bridgman,P.W.: W.Th. A., P.37
3) Bridgman,P.W.: O.A., P.116

١- الإجراءات الفيزيائية.

٢- الإجراءات العقلية.

إنَّ هذا التقسيم غير قائم على طريقة البحث والوسائل المستخدمة وحسب، بل وقائم على طبيعة المفاهيم نفسها؛ حيث توجد مفاهيم فيزيائية في مجال الفيزياء التجريبية ومفاهيم رياضية في مجال الفيزياء النظرية، ومع ذلك فلا يوجد حد فاصل تماماً بين نوعي المفاهيم هذه، حيث يقول برجمان: إنَّ هذا التقسيم "لا يعني ضمنا بأنَّه يوجد تقسيم قاطع وهوة شاسعة بين المفاهيم العقلية والمفاهيم الفيزيائية، أو أن مفهوماً من أحد النوعين لا يحتوي دائماً عنصراً ما من الآخر."[1] فإنَ مفهوم الطول مثلاً يمكن تحديده بوضوح عندما نصف ونحدد الإجراءات التي نستطيع بواسطتها قياس الطول، ولقياس مسافة ما فإننا نقوم بأخذ عصا القياس ووضع بدايتها مع بداية الشئ المراد قياسه، ونؤشر عند نهايتها على ما أشرناه سابقاً، ونؤشر مرة أخرى عند نهايتها، وننقل العصا على المسافه عدة مرات حتى نستطيع قياس وتحديد طول الجسم. إن العملية التي قمنا بها هي عبارة عن إجراءات فيزيائية تمت بوجود مفهوم يجب تحديده ووجود أداة نقوم بواسطتها بعملية القياس. وشخص يقوم بهذه العملية، ثم الحصول على نتيجة مصاغة بلغةٍ رياضيةٍ دقيقةٍ.

وبطريقة مشابهة يمكن تعريف بقية المفاهيم الفيزيائية بواسطة إجراءات فيزيائية فعلية وأدوات، بما في ذلك مفاهيم العالم الصغير؛ أي على المستوى الذري؛ حيث تكون الإجراءات الفيزيائية متعددة ومتنوعة، فهي تختلف في العالم الصغير عنها في قياس الأطوال بواسطة عصا القياس وهنالك إجراءات معقدة مثل قياس الطول في المسافات البعيدة وأطوال الأجسام التي في حالة حركة، كما في نظرية النسبية ولكنها تشترك جميعا في كونها إجراءات تستخدم أدوات وأجهزة وتتم بصورةٍ عمليةٍ فعليةٍ وغالبا ما يسميها برجمان بالإجراءات الأداتية.

---

1) Bridgman, P.W.: L.M.P., P.5-6

١٦ – وبما أن الفيزياء النظرية أصبحت تعتمد الرياضيات بصورة أساسية، لذلك يتوجب معرفة الإجراءات الرياضية التي يستخدمها الفيزيائي، حيث أن عمل الفيزيائي النظري يتضمن قدراً كبيراً من المحتويات العقلية، ولمعرفة طبيعة الإجراءات المستخدمة ومدى صحتها من الناحية الفيزيائية الفعلية، يتناول برجمان التعريف المطروح حديثاً للرياضيات والقائل أنَّ "الرياضيات هي لغة المكن."[1] وهو تعريف حديث للرياضيات له علاقة وثيقة بمفهوم البنية (structure) حيث أصبحت الرياضيات علْماً مهمته تصنيف جميع البنيات الممكنة،[2] والبنية هي الشئ الثابت وسط التغيرات، ويرى سوير (W.W. Sawyer) أنَّ إمكانية التعرف على الأشياء ليست راجعة إلى أنَّ التجربة تتكرر باستمرار، بل إلى وجود بنيات تبقى ثابتة مطابقة لنفسها ولا تتغير، ويقدم الدكتور محمد عابد الجابري تعريفاً للبنية بوصفها "منظومة العلاقات الثابتة في إطار بعض التحولات."[3] ويوضحها ببعض الأمثلة:

فإذا كان لدينا مجموعة من العناصر هي (٧،٢،٥) فيمكن تركيبها بأشكال مختلفة:

٧=٢+٥

٧=٥+٢

٥+٢=٢+٥

٥=٢ – ٧

٢=٥ – ٧

إنَّ العلاقة الثابتة بين هذ العناصر هي التي تُكَوِّنُ البنية، وبهذا تكون البنية ثابتة مستقلة عن العمليات التي تجري بالنسبة للعناصر. ويرى برجمان

---

1) Bridgman,P.W.: N. P. Th, P.47

2) انظر سوير، و.و.: مدخل الى الرياضيات، ترجمه د. أديب عبدالله، الهيئه المصريه العامه للتاليف والنشر، ١٩٧٠، ص١٠

3) انظرالجابري، محمد عابد: مدخل الى فلسفه العلوم، الجزء الاول، تطور الفكر الرياضي والعقلانيه المعاصرة، دار الطليعة، بيروت، ١٩٨٢، ص١٣٥، وكذلك قسم النصوص الترجمه، ص٢٠٣.

أنّ مفهوم "الممكن" أو "الامكان" يتوقف على مفهوم أساسي آخر هو مفهوم "الوجود"، وينطلق برجمان من فلسفته ليتساءل عما هو المعنى الإجرائي لكلمات مثل: "ممكن" و"يوجد" وهل يمكن تطبيقها في جميع الحالات وبدقة؟ ويبدو أنّ برجمان قد اجتاز حدود الفيزياء، عابراً إلى موضوع المنطق وبالذات منطق الجهات، ولكنه يحاول ربط التساؤل بمجال عمله؛ حيث يرى أنّ هذا التساؤل عن الوجود عام جداً وغامض، لذلك يحدده برجمان بربطه بتساؤلات أخرى أكثر وضوحاً عن إمكانية وجود صفات معينة، أو كما يقول برجمان: "هل إنّ الأشياء توجد بصفات معينة؟"[1] ويحاول برجمان الإجابة من خلال طرح مثال من الرياضيات وهو: هل إنّ العدد الفردي يمكن أن يوجد بمربع زوجي؟

إنّ أول ما يتبادر إلى الذهن هو أن نعرض الأعدادالفردية ونتفحصها لنرى، هل بإمكاننا إيجاد عدد بمربع زوجي، بعد اختبار بضعة أعداد فردية نكتشف أنّ مثل هذا العدد غير موجود، وهذه طريقة مباشرة للبرهنة على عدم وجود عدد فردي له هذه الصفة.

ثم يطرح برجمان طريقاً آخر للبرهنة من خلال اكتشاف التناقض الذاتي، فإذا أعطانا شخص ما مثل هذا العدد فإننا سنبحث لملاحظة وجود تناقض مع بقية الأعداد في سلسلة الأعداد الطبيعية، فإذا وجدنا أنّ هذا العدد في وجوده يؤدي إلى تناقض نستنتج بأنّه غير موجود، حيث أنّ الوجود والتناقض الذاتي متمانعان.

أما الطريق الثالث الذي يناقشه برجمان فهو برهان الخلف والبرهان غير المباشر؛ حيث نفترض أنّ نقيضه يؤدي إلى تناقض، فإذا استطعنا أنْ نفعل هذا فإنه يمكننا القول بأن الشئ موجود. إنّ البرهنة السابقة بواسطة النقيض لايمكن أن تتم ما لم يكن هنالك حد فاصل بين الشيء ونقيضة، أي أن الشئ إما أن تكون له صفات معينة أو له نقائضها ولا توجد إمكانية ثالثة، أي يكون خاضعا لقانون الثالث المرفوع وهو أحدالقوانين الثلاثة التي يرتكز عليها منطق أرسطو وهي:

---

1) Bridgman, P.W.: N.P Th., P.47.

- قانون الذاتية (Law of Identity): الذي ينص على أن الشئ يبقى هو هو ثابت لا يتغير.

  ا هي ا

- قانون عدم التناقض (Law of Non - Contradicition): والذي ينص على أن الشئ لايمكن أن يكون صادقاً وكاذباً في آن واحد. أي لا يمكن أن تكون ب ونفي ب

- قانون الثالث المرفوع (Law of Excluded Middle): هو أنَّ الشئ إما أنْ يكون صادقاً أو كاذباً ولا وسط بينهما. ا إما أن تكون ب أو نفي ب

وهذه القوانين المنطقية مبنية على المعارف العلمية في عصر أرسطو وعلى محاولة التفسير بالكيف وليس بالكم وخصوصا قانون الثالث المرفوع فهو مبني على آراء أرسطو في الفصل التام بين الأجناس والأنواع واعتبارها ثابتة لا تتغير.

ويوضع النقيض في قانون الثالث المرفوع بصيغة النفي؛ فنقيض ا هو لا ا، ونستطيع أن نجد في الرياضيات مثل هذا التقسيم القاطع للشئ بأن تكون له الصفة أو لا، ولا توجد إمكانية أخرى كما في القول بأن العدد الصحيح هو إما فردي أو غير فردي، ويرى برجمان بأنَّ المشكلة الحقيقية تظهر عندما ننتقل من البحث في أوضاع رياضية إلى البحث في أوضاع فيزيائية فعلية حيث إنَّ هذا التقسيم القاطع عادة ما يكون غير ممكن، فلا نستطيع القول مثلاً، بأنَّ اللون هو إما أخضر أو غير أخضر.[1] وعليه لا نستطيع القول بأنَّ الشيء موجود لأنَّ نقيضه يؤدي إلى تناقض ما لم نجد أنَّ التقسيم إلى الشيء ونقيضه تقسيم قاطع وشامل كلياً وتاماً، ولكن المشكلة التي تظهر أمامنا هي أنَّ الشمول التام يفشل في التطبيق في مجال المجموعات غير المنتهية، وهذا ما سيتوضح فيما بعد.

إنَّ ما قمنا به هو تحليل لمفاهيم رياضية بواسطة إجراءات عقلية أو رياضية، ويرى برجمان أنَّ الاسم المقترح للإجراءات الرياضية هو:

---

1) Ibid: P. 49

"إجراءات القلم والورقة" (of Paper and Pencil Operations)،[1] لأنَّه عندما يحاول الفيزيائيون وضع نظرياتهم في صيغ رياضية، فإنَّ قسماً كبيراً من فعالياتهم يكون متعلقاً بمعالجة الرموز الرياضية على الورق، ولذلك يسميها برجمان إجراءات القلم والورقة، تمييزاً لها عن الإجراءات الأداتية، والتي تكون على مستوى تجريبي خالص. وأحيانا يطلق عليها برجمان اسم الإجراءات اللفظية (Verbal Operations)؛ لأنَّه يرى عدم وجود تمييز قاطع بينهما فكلاهما يمثل إجراءً عقلياً.

لكن ما هي الطريقة التي نستطيع بواسطتها التأكد من أنَّ المفهوم الرياضي صحيح، أو أنَّ الأعداد موجودة؟ أو كيف أعرف أنَّ المناضد والغيوم والنجوم وغيرها من أشياء الخبرة الاعتيادية موجودة؟[2]

يرى برجمان أنَّ هذه الأشياء ليست معطاة مباشرة في الخبرة، ولكنها بنيات يقوم الشخص ببنائها في محاولته تكييف نفسه مع المحيط الذي يعيش فيه، وذلك بابتكار وسائل معينة يستخدمها في تفكيره، ونجاح هذه الوسائل في الاستخدام يعني وجودها. فإذا كان كل من "مفهوم المنضدة والغيمة والنجمة ناجح في البحث في مظاهر معينة من خبرتي، فهي إذاً موجودة، وباختصار هذا هو المعنى الإجرائي للوجود."[3] وكذلك يرى برجمان أنَّ الأعداد إذا نجحت في البحث في مظاهر معينة من الخبرة فإنها موجودة، "وإذا لم تحقق هذا النجاح فالأعداد غير موجودة."[4] وهكذا انتقل برجمان من المعنى الإجرائي للوجود إلى الشرط البراجماتي للوجود، ولكن برجمان سبق وأنْ قَرَّرَ بأنَّ وجود مفهوم رياضي كالعدد يتوقف على أنَّ استخدامه لا يؤدي إلى تناقض، فكيف نعرف أنَّ مفهوم الأعداد لا يؤدي إلى تناقض؟

يرى برجمان أنَّ "الجواب الوحيد الممكن هو جواب التجربة،"[5] فإذا كان استخدام المفهوم في جميع الأوضاع الممكنة لا يؤدي إلى تناقض فإننا نستطيع

---

1) Bridgman,P.W.: The Nature of Thermodynamics,Peter A. Smith,Gloucester, Mass,1969,P.ix.
2) Bridgman, P. W.: N.P.Th., P.51.
3) Idid: P.51.
4) Idid: P.51.
5) Idid: P.51.

أنْ نمنحه مرتبة الوجود. وهكذا يؤكد برجمان نزعته التجريبية الخالصة، حيث يرى أنَّ الرياضيات هي"علم تجريبي تماماً كالفيزياء أو الكيمياء."[1] ويرى أنَّ إدراك هذه الميزة التجريبية للرياضيات مهمة جداً بالنسبة للفيزيائي وذلك لأهمية الدور الذي تلعبه الرياضيات في الفيزياء. ولكن إذا كانت الرياضيات علماً تجريبياً تماماً، فكيف نصفها بأنَّها لغة الممكن؟

يرى برجمان أنَّ الرياضيات غير محددة بالنتائج التي برهنت عليها الأوضاع المبحوثة سابقاً، كما أنَّها غنية في عمل توحيدات وتركيبات فيما بينها أكثر من أشياء الخبرة الاعتيادية مستخدمة الإجراءات العقلية، شريطة ألا تؤدي هذه التركيبات إلى تناقض رياضي أو تناقض في مجال الخبرة الفعلية والتطبيق. وهكذا يرى برجمان بأن الرياضيات كعلم تجريبي لا نستطيع البرهنة على خلوّه من التناقض، ولكننا نسلم بصحة الرياضيات فقط ونتفحصها بواسطة الملاحظة المستمرة،[2] وهكذا تكون الإجراءات العقلية أو إجراءات القلم والورقة التي نستخدمها في تجارب عقلية أو تصورية في مجال الفيزياء النظرية هي التي تكون فيها الإبداعات والابتكارات الحرة ممكنة وذلك لعدم اتصالها المباشر بالعالم الأداتي للمختبر وسوف يتضح هذا فيما بعد في مناقشتنا للتجارب العقلية ودورها.

ولكن برجمان يرى أنَّ هذه الإجراءات عرضة لحدود معينة، وذلك لأنَّها تنجز في زمنٍ محددٍ، بالإضافة إلى عدم وجود إجراءٍ عقليٍ يمكن أن يفترض معرفة يقينية للمستقبل، مثل قوانين المنطق الصوري، وكل ما يقدمه الإجراء العقلي هو افتراض نسلم بصحته، ونتحقق من ذلك بواسطة الملاحظة المستمرة، ولذلك يرى برجمان ضرورة أنْ يفترض الفيزيائيون تحديداً واحداً على حرية إجراءات (القلم والورقة) وهذا التحديد هو: أنّه يجب أنْ تكون إجراءات القلم والورقة قابلة لأن تكون مرتبطة في النهاية بالإجراءات الأداتية، ولو على نحو غير مباشر[3] وبهذه الطريقة يستطيع الفيزيائي الحصول على

1) Idid: P.52.
2) Ibid: P.58.
3) Bridgman,P.W.: N.S.P.C., p.10

الدقة في مواجهة أوضاع فيزيائية فعلية؛ ذلك لأنَّ النظرية الفزيائية عليها أنْ تفسر في النهاية ظواهر طبيعية تقع في مجال التجربة الفعلية. وإنَّ معيار صحتها هو قدرتها على تفسير هذه الظواهر، والمعيار في الفيزياء ليس هو البناء البديهي الخالي من التناقص.

١٧ - إذا كانت الفيزياء تعتمد على الرياضيات بصورة أساسية، فإنَّ الرياضيات قد اعتمدت في تطورها على المنطق، أو كما ترى مدرسة (رسل) المنطقية؛ أن الرياضيات عبارة عن منطق متطور، ولهذا السبب يرى برجمان ضرورة دراسة الخلفية الإجرائية للمنطق. ويركز برجمان على تعريف (رسل) للمنطق بوصفة "العلم الذي يقدم استنتاجات ضرورية."[١] يرى برجمان أنَّ هذا التعريف هو مجرد ادعاءٍ متطرفٍ يضع المنطق بعيداً عن فعاليات العقل الإنساني بواسطة يقين استنتاجاته، ويرى أنَّ "اليقين المطلق والمنطق الذي لا لبس فيهما، على نحو متساوٍ، أوهام لا يمكن تحقيقها"[٢] لأنَّ الاستنتاج الذي نحصل عليه، هو اختبار يقوم بتطبيقه شخصٌ ما، وهذا الاختبار يقدم مجموعة من قواعد الإجراء تكون قابلة للتصحيح أي لها احتمالية معينة من الصحة. لذلك يرى برجمان، وهو يتحدث من وجهة نظر فيزيائية، إنَّ ملاحظة عدم اليقين والاحتمالية تظهر عند تطبيق المنطق على أوضاع فعلية ملموسة. ولتوضيح ذلك يناقش برجمان عمليتين منطقيتين أساسيتين هما:

الاستقراء (Induction) والاستدلال (Deduction).

ويركز برجمان نقاشه حول الاستقراء، ويمكن تعريف الاستقراء بوصفه: عملية منطقية ومنهج في دراسة الظواهر تجريبيا، نستطيع بواسطته تكوين أو صياغة قضية كلية من خلال دراستنا لحالات جزئية، أو هو عملية الانتقال من الجزئي إلى الكلي. ويقسم الاستقراء إلى عدة أنواع:[٣]

---

1) Bridgman, P.W.: N. P. Th.,p.33
2) Ibid: P.34
3) انظر كتاب الدكتور ياسين خليل: منطق المعرفه العلميه، ص٢١٥ — ٢٢٠، حيث يقدم تحليلا وافيا للاستقراء وانواعه

١- الاستقراءالكامل أو التام: وهو قضية كلية تستنتج من فحص ودراسة جميع عناصر فئة معينة مغلقة. بحيث تكون النتيجة صحيحة، ولكنها لا تنطبق إلا على العناصر المحددة لتلك الفئة.

٢- الاستقراء الناقص: قضية كلية تستنتج من دراسة حالات جزئية محددة ثم تعمم على حالات أخرى غير مدروسة، أي إذا اتصفت بعض عناصر فئة ما بصفة معينة نستنتج أنَّ جميع العناصر لها تلك الصفة. وهذا الاستقراء عرضة للتكذيب من قبل قضايا جديدة، أي تكون قضاياه احتمالية.

٣- الاستقراء الحدسي: هو "عملية انتقال من الجزئيات إلى الكليات، شريطة انْ تكون القضايا الكلية صادقة، ولا توجد حالة واحدة تناقضها، على الرغم من تطبيق القضية الكلية على حالاتٍ لم تكن موجودة عند بناء الكليات"[1].

٤- الاستقراء الرياضي: هو بديهية تفترضها نظرية الأعداد الطبيعية عند بيانو (١٨٥٨ - ١٩٣٢)، وهي البديهية الخامسة، وتتحدث عن صفات صورية للأعداد وليست تجريبية.

أما الاستدلال: فإنّه عملية منطقية تشتق بواسطته الجزيئات من قضايا كلية أو قوانين أو نظريات.

ويطرح برجمان السؤال التالي: "ما معنى المبادئ العامة التي أُحَصِّلُها بواسطة الاستقراء، وكيف يمكنني أنْ أعرف انَّني أطبق هذه المبادئ على نحو صحيح في أية حالة خاصة؟"[2]

يرفض برجمان أولاً الرأي الذي يقول بوجود مبادئ أزلية يسير الكون طبقاً لها . ويرى أن هذا يمثل اعتقادا ميتافيزيقياً حول المبادئ، بينما طريقة البحث الإجرائية عن المبدأ العام تتم بواسطة اختبارات يقوم بعملها الباحث، لأن الإجرائي يبحث عن قواعد محكمة للعمل ترشده في مواجهة أوضاع

---

1) المصدر السابق: ص٢١٩

2) Bridgman,P.W.: N.P. Th, P.34.

جديدة، فإذا استطاع أنْ يضع قواعد للإجراء تنطبق على جميع خبرته السابقة، فإنَّه سوف يقبل هذه القواعد كدليل للعمل في المستقبل تجاة أوضاع فيزيائية جديدة، والعملية التي بواسطتها تصاغ هذه القاعدة هي عملية استقرائية. ويرى برجمان أنَّ هنالك دائرية في الاستقراء، لأنَّنا إذا أخذنا الاستقراء بوصفه مبدأً تجريبا، فهذا يعني أنَّنا قد بدأنا بإجراء تجارب معينة أدت بالتالي إلى صياغته، ولكن العملية التجريبية هذه التي نقوم بها، تفترض الاستقراء كمبدأ نسير طبقاً له، لهذا يرى برجمان أنَّ المبدأ العام من الناحية الإجرائية لا يمكن أن يتضمن أي شئ جديد على نحو حقيقي.[1]

ومن المبادئ المنطقية يناقِش برجمان مبدأ (الثالث المرفوع) ومدى صلاحيته في أوضاع فيزيائية معينة، حيث أنَّ القضية إما أنْ تكون كاذبة أو صادقة ولا وسط بينهما، أي أن القانون يحدد قيمتين للقضية هما الصدق والكذب. وكما يعبر عنه عادة إما أنَّ يكون الشيء ا أو لا يكون ا، ويرى برجمان أنَّ هذا القانون إذا كان ذو مضمون حقيقي ولم يكن مجرد تحصيل حاصل، فإننا نستطيع التحقق منه إجرائيا على النحو التالي: "إذا أعطيت شيئاً ما لاختبره فإن هذا الشئ إذا كانت له الصفة ا فإنني سأجد أنَّ إجراءات معينة تنجز عليه تعطي نتائج معينة، وعلى نحو مشابة إذا كانت له الصفة لا ا فإنني سأجدإجراءات معينة أخرى تنجز عليه تعطي نتائج أخرى معينة."[2] وعليه سوف نجد أنَّ الإجراءات الأولى أو الثانية تقدم نتيجة إيجابية، أي أنَّ الإجراء الذي نقوم به لاختبار ا ولا ا هو الذي يحدد صحة القول، ولكن المشكلة تظهر عند تطبيق الاختبار على أشياء فيزيائية، كقولنا مثلاً إنَّ التفاحة إما أنْ تكون خضراء أو لا تكون خضراء، ويرى برجمان أنَّ الطريقة الإجرائية واضحة هنا بما فيه الكفاية، حيث يمكن القيام باختبار معين على تفاحة بواسطة أدوات وأجهزة فيزيائية، نقيس بواسطتها الطول الموجي للون التفاحة، فإذا كان بين ٥٢٠٠ - ٥٦٠٠ انكستروم فإنه اللون الأخضر، مع الأخذ بنظر الاعتبار أنَّ عدم دقة أدوات القياس واحتمالية الأخطاء الناشئة عن الملاحظة تجعلنا "لا

1) Ibid: P.36.
2) Ibid: P.36.

نستطيع القول ما إذا كان طول الموجه أكبر أو أصغر من إحدى القيم الحرجة هذه."[1] لهذا لا نستطيع الحصول على اليقين الذي يمنحه المنطق، وبهذا يرى برجمان أنَّ احتمالية الخطا هذه هي ميزة جميع أحكامنا التي تتضمن عمليات فيزيائية، وهذا هو في الواقع ما يميز الفيزياء عن المنطق، حيث أنَّ قضايا المنطق تحليلية، إما قضايا الفيزياء فإنها تجريبية مكتسبة، لذلك يرى برجمان أن "قانون الوسط المرفوع وصف غير فعال لخبرتنا الفيزيائية الفعلية."[2] ويرى ضرورة أنْ تكون لدنيا مقولة ثالثة بالإضافة إلى قيمتي الصدق والكذب أو الإيجابي والسلبي وهي مقولة عدم اليقين أو عدم التأكد، حيث تكون للقضية الفيزيائية ثلاثة قيم فهي بالنتيجة إما إيجابية أو سلبية أو مشكوك فيها (doubtful) أي غير أكيدة.[3] وقد أضاف برجمان هذه القيمة الثالثة لمواجهة الأوضاع التي تنشأ عن عدم دقة القياس والأجهزة القياسية.

وقد أضافت نظرية الكم هذه القيمة الثالثة، فمن المعروف في المنطق التقليدي أنَّ القول أو القضية لها قيمتين فقط فهي إما صادقة أو كاذبة ولا وسط بينهما وأنَّ هذا الحصر لقيم القضية في نوعين فقط هو ما يشكل أحد المبادئ الأساسية في المنطق التقليدي، أي في قانون الثالث المرفوع، ولكن الفيزياء الحديثة وخصوصاً نظرية الكم أدخلت قيمة أخرى ناتجة عن عدم الدقة في عمليات القياس حيث يقول رايخنباخ: "من الممكن إدخال قيمة صدق متوسطة والتي يمكن أن تدعى بعدم التأكد (Indeterminacy)"[4] وبهذا تصبح للقضية ثلاث قيم وبالتالي لا ينطبق قانون ثالث المرفوع ذو القيمتين على مثل هذه الأوضاع. ويرى رايخنباخ ضرورة التمييز بين معنى الحد غير الأكيد والحد غير المعروف لأنَّ الأخير ينطبق على الأقوال التي لها قيمتين فقط فى المنطق التقليدي حيث تكون الأقوال معروفة أو غير معروفة، أي إما

1) Ibid: P.38.
2) Ibid: P.38
3) ibid: P.38
4) Reichenbach,G.H.: Philosophic Foundations of Quantum Mechanics, University of California Press, Berkeley and LA,1965,P.145.

صادقة أو كاذبة وبالتالي تؤكد قانون الثالث المرفوع، إما الحد غير الأكيد فلا ينطبق عليه قانون الوسط المرفوع.[1] وبهذا لا ينطبق المنطق التقليدي الثنائي القيمة على نظرية الكم، بل المنطق الثلاثي القيم.

ويرى برجمان أنَّ قانون الوسط المرفوع، يمتلك صحة مطلقة إذا كان مقصوراً على البناءات والإجراءات العقلية فقط، كما في قولنا إنَّ أي عدد صحيح هو عدد زوجي أو غير زوجي، ولكن مثل هذا القول يظهر الصفة التكرارية للقانون. ويناقش برجمان مفهوم الصدق لعلاقتة بهذا القانون، وهل إنَّ العبارة تكون إما صادقة أو غير صادقة؟ ويتساءل برجمان كإجرائي عن نوع الإختبار الذي سيطبقه والذي يقرر بواسطته ما إذا كان القول المعطى صادقاً أو غير صادق، ومدى إمكانية تطبيق هذا الإختبار في جميع الحالات، ويجيب برجمان عن هذه الأسئلة من خلال مناقشة للمبدأ بصورة عامة وعلاقته بالصدق؛ حيث أنَّ "المبدأ العام بالتعريف هو وصف صحيح لأية حالة، فإذا استطعت أنْ أجد حالة واحدة يكون فيها المبدأ غير صحيح، إذا وبالتعريف لا يكون هذا مبدأ عاماً، وأكون قد راهنت على أنَّ المبدأ غير صادق."[2]

إنَّ هذا المبدأ التجريبي الذي يقدمة برجمان هو نموذج لمبدأ نحصل عليه بواسطة الاستقراء الناقص، ولكن كيف قرر برجمان إن مثل هذا المبدأ صحيح في أية حالة؟ يجيب برجمان أنَّه في حالة البحث في فئة محدودة من الأشياء فإنَّه بالإمكان تطبيق الإختبار على جميع أعضاء الفئة، ونجد بالتجربة ما إذا كان المبدأ صحيحاً أو لا؛ لإنَّه قابل للتطبيق على جميع الجزئيات التي أحصيناها.

ولكن بماذا يجيب برجمان إذا كانت فئة الأشياء مفتوحة أو غير منتهية؟ حيث يصبح من غير الممكن عمل اختبارات على جميع جزئيات هذه الفئة. يرى برجمان أنَّ القول بأنَّ" المبدأ إما أنْ يكون صادقاً أو كاذبا"[3] هو عبارة

1) Ibid: P.145
2) Bridgman.P.W.: N.P.Th,P.39
3) Ibid: P.39

عن قول كاذب؛ "لأنَّه غير مطابق لما يكون ممكناً إجرائياً في هذه الحالة."[1] حيث لا نستطيع التحقق من صدقه بطريقة إجرائية طالما هنالك فئة غير منتهية، كما أنَّه من العبث القيام بسلسلة من الإجراءات لا نهاية لها لإثبات صحه قانون أو مبدأ، وكل ما نستطيع عمله هو أن نسلم بالمبدأ الذي حصلناه ونطبقه عملياً على الجزئيات التي بحوزتنا فإذا أثبت صحته في التفسير والتعليل فإننا نستخدمه في مواجهة أوضاع جديدة وحالات جزئية تظهر باستمرار وإذا بقي على قدرته هذه في تفسير الأوضاع الجديدة فإننا نسلم به كقانون، أما إذا ظهرت حالة واحدة لايستطيع القانون تفسيرها، فإما أنْ يُعدَّل القانون أو يُرفض، ومن هنا تظهر الصفة اللايقينية أو الاحتمالية للقانون.

ويرى برجمان أنَّه إذا أخذنا فئة غير منتهية مثل مجموعة الأعداد الفردية فإن جميع عناصرها لها خاصية معينة وهي أنَّ مربعاتها أعداد فردية كذلك ويطبق قانون الثالث المرفوع هنا بوضوح، فمتى توصلنا إلى معرفة أنَّ قولاً معيناً صادق بالنسبة إلى جميع أعضاء المجموعة، فإننا نعرف بأنَّه صادق، ولكن برجمان قد انتقل هنا من مناقشة الاستقراء الناقص أي مناقشة الاستقراء الرياضي والمتعلق بالبديهية الخامسة من بديهيات (بيانو) والتي تنص على: إنَّ الخاصية التي تصدق على الصفر وتصدق على العدد وتصدق على التالي، وهي اللامعرفات الأساسية الثلاثة عند (بيانو)، فإذا صدقت عليها فإنها تصدق على جميع الأعداد،[2] ولكن الصدق هنا صوريٌ وغير تجريبي. ويقترب برجمان هنا من آراء المدرسة الحدسية الرياضية، ودراستها للمشكلة الأساسية التي ظهرت في نهاية القرن التاسع عشر في مناقشة تطبيق المنطق، وخصوصا قانون الثالث المرفوع على نظرية المجموعات، والتي اسسها العالم الالماني جورج كانتور (١٨٤٥ - ١٩١٨) Cantor والتي ناقشت أحد المفاهيم المهمة في الفلسفة والرياضيات وهو مفهوم اللامتناهي والمجموعات اللامتناهية، مناقشة رياضية، حيث توجد مجموعات متناهية

---

1) Ibid: P.39.

2) - انظر، الجابري، محمد عابد: مدخل الى فلسفه العلوم، ج١، تطور الفكر الرياضي والعقلانيه المعاصرة، ص٨١

مثل مجموعة الطلاب في الصف ومجموعات لا متناهية مثل مجموعة الأعداد الطبيعية التي لا نهاية لعدد عناصرها. وظهرت فيها نقائض، مثل كون المجموعة الجزئية مساوية للمجموعة الكلية، فيكون الجزء مساوياً للكل، مثلاً مجموعة الأعدادالطبيعية (٠، ١، ٢، ٣، ٤، ٥، .....) ومجموعة الأعدادالفردية التي هي جزء منها (١، ٣، ٥، ٧، ....) فكلاهما تناظر الأخرى ويكون الجزء مساوياً للكل، ونقائض أخرى مثل هل تشتمل مجموعة جميع المجموعات على نفسها أم لا؟[1] والنتيجة في بحث هذه التناقضات يجب أن تشير إلى أن القضية أو النقيضة هي إما صادقة أو كاذبة، أي ينطبق عليها قانون الثالث المرفوع، وقد ظهرت ثلاث مدارس دارت أبحاثها حول مشكلة أسس الرياضيات وما تثيرة نظرية المجموعات من نقائض، وهذه المدارس هي:

١- المدرسة المنطقية - مؤسسها (رسل)

٢- المدرسة الحدسية الرياضة – مؤسسها (برور) و(هايتنج)

٣- المدرسة الشكلية مؤسسها (دافيد هلبرت)

والذي يهمنا هنا هو الحل الذي قدمه (برور) وموقف المدرسة الحدسية من قانون الثالث المرفوع.

ترفض المدرسة الحدسية قانون الثالث المرفوع، الذي ترجع إليه نقائض نظرية المجموعات في تحديده قيمتين هما الصدق والكذب، حيث يرى (برور) أنَّ هذا المبدأ صالح تماماً في الحالات المحدودة أي في مجال المجموعات المتناهية كالذي رأيناه في الاستقراء التام وبهذا يكون مفيداً في مجال العلوم التجريبية، شرط أن تكون الحالات المدروسة معينة ومحدودة وبهذا يقول (برور): "أنَّ تطبيق مبدأ الثالث المرفوع لا يمكن أن يتم دون قيد ولا شرط إلا في حظيرة ميدان رياضي نهائي ومحدد بوضوح."[2] وعليه إذا طبقنا هذا القانون على قضايا كلية ناتجة عن دراسة جزئيات محدودة ومعينة على جزئيات غير مدروسة، أي قضايا كلية مستخلصة بواسطة الاستقراء

---

1) المصدر السابق: ص٨٩، حيث يقدم شرحاً مفصلاً لنظرية المجموعات ونقائضها.

2) المصدر السابق: ص١١٠

الناقص، فإن هذا المبدأ لا يكون فعالاً ما لم نفترض أنَّ العالم الطبيعي نهائي ومحدد،حيث يقول (برور): "إنَّ الإعتقاد في الفعالية اللامحدودة لمبدا الثالث المرفوع في مجال دراسة القوانين الطبيعية يستلزم الإعتقاد في الطابع النهائي للعالم وفي بنيته الذرية."[1]

ونقد (برور) هذا للقانون ذو أهمية بالنسبة لعالم الفيزياء لأن المناهج التي يستخدمها عالم الفيزياء "عند دراسة الطبيعة التي يفترض أنها نهائية وذرية، هي مناهج تقوم على رياضيات المتصل، وبالتالي على رياضيات اللامتناهي."[2] وهكذا يصبح قانون الثالث المرفوع غير صالح في مجال الفيزياء نظراً لوجود حالات مستجدة دائماً لا يمكن اختبارها جميعا، وبهذا يكون المنطق الاستقرائي الذي يستخدم حساب الاحتمالات أكثر ملائمة للفيزياء.

وقد حاول برجمان أنْ يبحث عن صياغة إجرائية لمفهوم الصدق، وهذا يتضمن حسب منهج برجمان إيجاد مجموعة من الإجراءات التي تكون قابلة للتطبيق على جميع الأقوال، ولكننا نجد بالتجربة أنَّ هذه المجموعة من الإجراءات غير قابلة للتطبيق بالنسبة لأقوال معينة، كتلك التي تتعلق بالفئات غير المنتهية، وبهذا يجد برجمان أنَّ مفهوم الصدق مفهوم معقّد إجرائيا وليس له معنى ثابت أو مطلق: لأن الصدق (في علوم الطبيعة) صفة تتغير مع تغير معرفتنا وتطور أفكارنا، ولذلك يرى برجمان بأنَّنا يجب ان نكون مستعدين للتعرض دائماً للفشل الجزئي. وهذا هو في الواقع موقف برجمان كفيزيائي حيث إنَّ العلم التجريبي يمدنا دائماً بحقائق جديدة.

١٨ - على الرغم من أن المبحث يتعلق بإجراءات الفيزياء والرياضيات، إلا أنَّه يجب علينا أنْ نشير إلى التقسيم الذي وضعه برجمان لمستويات الإجراء، والذي رتب وقسّم فيه إجراءات العلوم المختلفة، حسب موضوعيتها، وتدخل

---

1) المصدر السابق: ص١١٠ - ١١١

2) المصدر السابق: ص١١١

الشخص القائم بالإجراء فيها، إلى مستويات مختلفة وبصورة هرمية منتقلاً من المادة إلى العلوم الحياتية والإنسانية والعلاقات الاجتماعية فهنالك:

اولا: المستوى الموضوعي للفيزياء الكلاسيكية والكيمياء والعلوم الأخرى غير البيولوجية، وهو مستوى عام ومعروف، لا نتحدث فيه عن الشعور أو التفكير ولا نعير اهتماماً كبيراً للشخص القائم بالإجراءات والمنجز لها، لأنّه لا يؤثر في سير الظواهر والتجارب، ويتساءل برجمان: هل إنّ الرياضيات متضمنة في هذا المستوى كالفيزياء والكيمياء؟[1]

يرى برجمان أنّ مسألة البرهان في الرياضيات مسألة شخصية لا يمكن أن تكون قابله للاتصال لذلك يضع الرياضيات والمنطق في المستوى الأول، ولكن في درجة موضوعية أدنى من الفيزياء والكيمياء.

ثانيا: مستوى العلوم البيولوجية، والتي تأتي في التسلسل الهرمي صعوداً بعد الفيزياء الكلاسيكية والكيمياء، وفي هذا المستوى الثاني يوجد أيضاً تسلسل هرمي يبدأ بعلم النبات الوصفي مروراً بالعلوم البيولوجية وفي النهاية العليا للهرم يأتي علم النفس، وتدخل هنا مفاهيم مثل شعور، تفكير، وعي، وهنالك أهمية للشخص الذي يقوم بالإجراء، كما أنّ النتائج غالباً ما تكون إحصائية واحتمالية.

ثالثا: مستوى الظواهر الاجتماعية. إنّ الإجراءات التي تعطي المعنى لعدة مفاهيم اجتماعية تتضمن في أغلب الحالات الشخص المنجز للإجراءات ويلعب الشخص القائم بالإجراء دوراً مهماً في صياغة قوانين معينة.

ومع أنّ برجمان يتحدث عن مستويات مختلفة للإجراءات إلا أنّه يعتقد بعدم وجود حد فاصل وقاطع تماماً يميز بين هذه المستويات المختلفة وأنّ التمييز بينها هو عباره عن تمييز تقريبي وحسب.

---

1) Bridgman,P.W.: W.Th.A.P.78

الفصل الخامس

الإجرائية: تحليل وبناء المفاهيم منطقياً

المبحث الأول

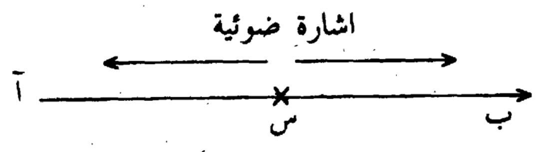
آينشتاين وبرجمان وتحليل مفهوم التزامن

١٩ - أكّدَ برجمان في كتاباته على أن الطريقة الإجرائية في معالجة المفاهيم قد نشأت بالدرجة الأولى من ملاحظة عمل العلماء في مناقشتهم وتحليلهم لمفاهيم فيزيائية كانت قد استخدمت في العلم من دون أن تستند إلى أساس علمي متين وقد أظهر التحليل الدقيق في النهاية إنَّ هذه المفاهيم لا معنى لها، وإنَّ استخدامها في الفيزياء سبب الكثير من الارباك، وقد قامت نظرية الكم ونظرية النسبية بدور نقدى فعال لمثل هذه المفاهيم، ويرى برجمان أن آينشتاين هو أبرز من قام بهذا العمل الذي لم يؤثر على العلم وحسب، بل وأثر في فلسفة العلم وطريقة تفكير العلماء والفلاسفة كذلك. وربما نتساءل عما هو بالضبط العمل الذي قام به آينشتاين بحيث أثر في تفكير برجمان وأدى بالتالي الى ظهور الفلسفة الإجرائية؟

وللإجابة على هذا السؤال يمكننا القول بأنَّ عمل آينشتاين وتحليله لمفاهيم الفيزياء الكلاسيكية عموماً وموقفه من التفسير الميكانيكي لظواهر الطبيعة، قد أثر في تفكير برجمان، لكن العمل الأكثر تحديداً الذي أثر في فلسفة برجمان، حسب تأكيد برجمان نفسه، هو تحليل آينشتاين لمفهوم التزامن Simultaneity. فماذا يعني مفهوم التزامن؟ وكيف حلل آينشتاين هذا المفهوم وأبطله؟

إن الإعتقاد الذي ساد منذ عصر نيوتن وحتى ظهور نظرية النسبية الخاصة، هو أن الزمان سيل منبث في جميع أرجاء الكون وليس له علاقة بأي شيء خارجي. وإذا كانت علاقة الزمان بالأشياء معدومة فهذا يعني إنها معدومة مع الأشياء التي هي في حالة حركة مستمرة وبتعبير آخر؛ إنَّ الزمان لا علاقة له بالموجودات المتحركة، أي الفصل بين الزمان والحركة، بحيث

يكون كل مفهوم مستقل عن الآخر. فإذا انطلقت إشارة ضوئية من النقطة (س) فإن الشخص الجالس في النقطة (ا) يسجل لها زمناً متطابقاً مع الزمن الذي يسجله الشخص المتحرك من (ب) مبتعداً عن (س)، أي أنهما يسجلان زمناً واحداً لها بغض النظر عن مرجعهما، سواء أكان ثابتاً أم متحركاً، ذلك لأن الزمان منبث في جميع أنحاء الكون ولا علاقة له بحركة المرجع الذي يقاس منه، ومن هنا تنشأ فكرة التزامن، أي أنّ حدثين يسجل لهما زمناً واحداً فيبدوان أنهما حدثا في وقت واحد.



تصدى آينشتاين لمناقشة هذا المفهوم معتقداً منذ البداية أنه مفهوم ليس له معنى وأن الإعتقاد بأن لمفهوم التزامن معنى، هو من باب خداع الشخص لنفسه، حيث يقول: "إنني كعالم فيزيائي (وذات الشيء يقال بالطبع إن لم أكن فيزيائياً) أسمح لنفسي أن أُخدع عندما أتصور أنني قادر على إعطاء أي معنى للقول بالتزامن."[1]

لذلك ينطلق آينشتاين كعالم فيزياء من أرضية تجريبية خالصة يرى فيها ضرورة ربط المفهوم بالتجربة لكي يكون له معنى أولاً، وثانياً لكي يمكن الإستفادة منه في الفيزياء، وبهذا يقول آينشتاين: "إن المفهوم لا وجود له بالنسبة لعالم الفيزياء ما لم تكن لديه إمكانية لإكتشاف، ما إذا كان منجزاً في حالة فعلية أم لا."[2] وبالتالي يفقد أهميته ووجوده ما لم يتمكن الفيزيائي من التحقق منه بصورة عملية عن طريق إنجاز إجراءات تجريبية معينة.

من هذه الأسس التجريبية انطلق (آينشتاين) في مناقشة مفهوم التزامن ومن خلال تجربة عقلية تصورية (Imaginary Experiment) تُعد من نوع

---

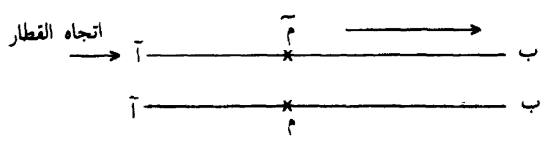
1) Einstein, Albert: Relativity,The Special and the General Theory.Trans. by Lawson, R.W., Methuen and Co., Ltd., 1962. P.22.

2) Ibid: p. 22

التجارب التصورية النقدية الحاسمة في تاريخ العلم ويمكن توضيحها كما يلي:[1]

لنفترض أن إشارتين ضوئيتين إنطلقتا في آن واحد من مكانين مختلفين هما (ا) و(ب) ويمثلان مسافة على رصيف مواز لسكة حديد، فماذا نعني بقولنا "في آن واحد"؟

وللإجابة على هذا السؤال يفترض آينشتاين وجود شخص جالس في نقطة (م) وهي منتصف المسافة تماماً بين (ا) و(ب) وقد زُود هذا الشخص بوسيلة ما، مثلاً مرآتين متعامدتين بحيث يتمكن من رؤية كل من (ا) و(ب) في الوقت نفسه، فإذا انعكست الإشارتين الضوئيتين في الجهاز في اللحظة نفسها ورآهما الشخص الجالس في (م)، فهذا يعني أن الإشارتين حدثتا في الوقت نفسه أو في آن واحد، أي أنهما متزامنتان.



ولنفترض الآن مرور قطار على سكة الحديد متجهاً من (ا) نحو (ب) ويسير بالسرعة (س) ويجلس فوق سطح إحدى عرباته شخص مُزود بمرآتين مشابهتين لتلك التي زُوِد بها الشخص الجالس على الرصيف في نقطة (م)، فإن الشخص الجالس فوق عربة القطار إذا وصل النقطة (م~)، المقابلة تماما للنقطة (م)، وكان لايتحرك، فإن اشارتي الضوء الصادرتان من (ا) و(ب) ستصلان إليه في وقت واحد، ولكنه في الحقيقة وبالنسبة لموقعه في القطار فإنَّه يتحرك باتجاه الإشارة الضوئية الصادرة من (ب) ومبتعداً عن الإشارة

---

1) Ibid: p.21-27.

وقارن كذلك لأجل التوضيح، الترجمة العربية لهذا الكتاب وهي: اينشتين، البرت: النسبية، النظرية الخاصة والعامة، ترجمة رمسيس شحاته، دار نهضة مصر للطبع والنشر، ص ٢٣ - ٢٧.

ولمزيد من التفصيلات المفيدة انظر كتاب، بارنت، لنكولن: العالم وآينشتين، ترجمة محمد عاطف البرقوقي، سلسلة اقرأ، دار المعارف بمصر، ١٩٥٥، ص ٥٥ - 56.

الضوئية الصادرة من (ا)، وعليه فإن الشخص الجالس فوق عربة القطار يرى الإشارة الضوئية الصادرة من (ب) ويسجل زمن وصولها قبل الإشارة الضوئية الصادرة من (ا) ولو بجزء من الثانية، حيث تبدو الإشارة الصادرة من (ا) متأخرة عن تلك التي صدرت من (ب) ولو بجزء من الثانية وبالتالي فإنّهما ليستا متزامنتين.

وهكذا فإن ما كان يبدو متزامناً في تسجيل الإشارتين بالنسبة للشخص الجالس على الرصيف لا يعد كذلك بالنسبة للشخص المتحرك، أي أن الإشارتين ليستا متزامنتين بالنسبة للشخص المتحرك مع القطار، ذلك لأن تسجيل الزمن هنا متوقف بدرجة أساسية على حركة مرجعه، وكل منهما يسجل زمناً خاصاً به حسب منظومته المرجعية وحركتها ولا يمكن تحديد الزمن بدقة ما لم يحدد المرجع الذي يقاس منه وحركته، على خلاف التصور السابق الذي كان ينظر للزمان نظرة مطلقة ويفصل بينه وبين حركة الجسم.

ويرى (الدكتور ياسين خليل) أنَّ لهذه التجربة الخيالية نتائج فلسفية وعلمية هامة يلخصها بالنقاط الاتية:

"١ . أن التواقت الزمني يختلف باختلاف حركة المراقب أو المشاهد، وإنّ التواقت الذي يسجله الشخص الجالس على الرصيف هو غير التواقت الذي يسجله الشخص المتحرك.

٢ . أن ترتيب الحوادث أو غياب بعضها من لائحة التسجيل يختلف تبعاً لحركة الأشخاص المراقبين.

٣ . لا يوجد تواقت زمني مطلق في الكون، وبالتالي فإن فرضية الزمان المطلق ميتافيزيقية وتستبدل بحقيقة علمية تجريبية هي التواقت النسبي.

٤ . إن الزمان هو تسلسل حوادث إستناداً إلى مرجع، وإنَّ تسلسل الحوادث ليس واحداً عند جميع المراقبين، وهذا معناه أن فكرة وجود زمان واحد ينساب في الكون كله تترتب بموجبه الحوادث في الكون هو فرض ميتافيزيقي لا أساس له من الصحة."[1]

---

1) د ياسين خليل: مقدمة في الفلسفة المعاصرة، ص١٦٦ .

يظهر مما سبق أن مفهوم التزامن مفهوم نسبي قائم على أسس تجريبية، ويمكن تحديده من خلال القيام بعمل إجراءات معينة واقعية كانت أم تصورية الغرض منها ربط المفهوم بأرضية تجريبية، ولهذا فإن مفهوم الزمان المطلق وما يترتب عليه من القول بالتزامن هو مفهوم عقيم طالما لاتوجد إجراءات تجريبية لتعريفه، وبهذا يقول (رايخنباخ) إن مفهوم "الزمان، كالمكان، ليس كياناً مثالياً أو فكرياً له وجود افلاطوني يدرك بنوع من التبصر، وليس نوعاً ذاتياً من الترتيب يفرضه الملاحظ البشري على العالم، كما اعتقد (كانت). بل إن في استطاعة الذهن البشري أن يدرك نظماً مختلفةً الترتيب الزمني.... أما اختيار الترتيب الزمني الذي ينطبق على عالمنا، من بين هذه الكثرة من النظم الممكنة، فهو مسألة تجريبية، فالترتيب الزمني يمثل صفة عامة للكون الذي نعيش فيه، والزمان حقيقي بنفس المعنى الذي يكون به المكان حقيقيا، ومعرفتنا للزمان ليست أولية، وإنما هي نتيجة ملاحظة، أي أن النتيجة التي تؤدي اليها فلسفة الزمان هي أنَّ تحديد التركيب الفعلي للزمان إنما هو عمل من أعمال علم الفيزياء."[1]

٢٠ - إستطاع برجمان، من بين فلاسفة العلم المعاصرين، أنْ يبلور من خلال عمل آينشتاين في مناقشة مفهوم التزامن وبعض المفاهيم الأخرى وجهة نظر فلسفية لمعالجة جميع المفاهيم الفيزيائية الغامضة، سميت بـ:

وجهة النظر الإجرائية Operational Point of View

معتمدا في صياغتها على نظرته الثاقبة في استخلاص المتضمنات الفلسفية من تحليل آينشتاين للمفاهيم، حيث يرى برجمان أن ما قام به آينشتاين من عمل في تحليله لمفهوم التزامن يمثل بوضوح وجهة النظر الإجرائية، بل إن المنهج الإجرائي ما هو إلا ثمرةُ الأعمال والنشاطات النقدية التي قام بها آينشتاين في صياغة نظرية النسبية، حيث تركز عمل آينشتاين حول الإجراءات التي نستطيع بواسطتها وصف حادثتين بانَّهما متزامنتين وبالتالي وجود شخص ما يقوم بعمليات وإجراءات القياس هذه، وهكذا يرى

---

1) رايشنباخ، هانز: نشأة الفلسفة العلمية، ص ١٤٠ - ١٤١.

برجمان أن ما نحصل عليه من التجربة هو زمان نسبي، كالزمن الذي يستغرقه جسم ما في قطعة مسافة معينة، حيث يمكن تسجيل الزمن من خلال قياس سرعة الجسم وهكذا يتحدد المفهوم بواسطة إجراءات تجريبية. وهذا هو ما أكد عليه آينشتاين، حيث يقول لنكولن بارنت (L.Barnett): إن "آينشتاين رغبة منه في أن يستنبط الأسس الفلسفية والرياضية للنسبية، كان عليه أن يختبرها جميعاً في المعامل، حيث يوضع كل مجرد مثل الوقت والمسافة تحت الإختبار والقياس بوساطة أجهزة كالساعات والمساطر، وقد أشار إلى ضرورة وصف الساعة والمساطر بأوصاف غير منتظرة، وذلك لكي يترجم آراءه الأساسية عن الزمن والمسافة إلى لغة المعامل"[1] أي أن آينشتاين أكد ضرورة ربط المفاهيم الفيزيائية بالتجربة من خلال إجراءات تجريبية تنجز في المختبر. ولهذا فإن برجمان يرى أن تعريف نيوتن للزمان المطلق هو عبارة عن تعريف بواسطة الخصائص وليس له صلة بالتجربة، وأنّه لا يوجد في الطبيعة شيء له مثل هذه الخصائص التي ذكرها نيوتن في تعريفه، وبالتالي فإن مثل هذا التعريف وأشباهه من التعريفات التي تكون بواسطة الخصائص تجعل الفيزياء علماً لا يخلو من الفرضيات والتعريفات المتيافيزيقية. ولهذا يرى برجمان أن التعريف بلغة الإجراءات أضل من التعريف بلغة الخصائص ومن التعريفات اللفظية الفارغة، حيث أن التعريف بواسطة الإجراءات يخلّص الباحثين من خطر مراجعة وتنقيح مواقفهم باستمرار، ولهذا يقول: إن "ما يعنيه الشخص بالحد يمكن أن يوجد من خلال ملاحظة ما يفعله به وليس ما يقوله حوله."[2] وبهذا فإن تعريف أي مفهوم يجب أن يكون مرتبطاً بفعاليات معينة أو مرتبطاً بإنجاز إجراءات تجريبية تحدد معناه.

ولكن ما هو التعريف؟

قبل الدخول في تفصيلات أطروحة برجمان الفلسفية أرى ضرورة التحدث بإيجاز عن التعريف ومتى تظهر الحاجة له. فماذا نعني بتعريف المفهوم أو الحد؟

1) بارنت لنكولن: العالم واينشتينص ٥٨، وقارن النسخة الإنكليزية:

Barnett, Lincoln: The Universe and Dr. Einstein, Time Incorporated, New York, 1962, P.46.
2) Bridgman, P. W.: O. A. P. 117

التعريف بصورة عامة هو إعطاء المعنى لمفهوم معين بحيث نحدده ونميزه عن غيره من المفاهيم، ويرى فايجل أنَّ التعريف هو تخصيص المعنى لحد أو رمز، بحيث يمكن أن يعتبر هذا التعريف قولاً لقاعدة تتعلق باستخدام الحد أو الرمز."[1]

ومتى تظهر الحاجة للتعريف؟

يرى فايجل أنَّ الحاجة للتعريف تنشأ عملياً مما يأتي:[2]

١ - عندما نكون غير متأكدين مما يعنيه الحد أو الرمز، فقد يكون عاماً ويعني كل شيء فيكون بذلك غامضاً.

٢ - عندما يكون هنالك تعدد في معاني الحد فيصبح غامضاً.

٣ - عندما يكون الحد موضع تساؤل لوجود بعض الغموض فيه، بحيث أن التعريف يجعله أكثر دقة.

٤ - عندما يستخدم الحد في سياق واسع غير محدد وبذلك يصبح معناه غير متحدد.

٥ - نحتاج للتعريف متى كانت الأوضاع في البحث تدعو لإبتكار حد جديد بحيث يقدم ملائمة اختزالية أو موجزة لمجموعة معقدة من المفاهيم.

لقد كانت المفاهيم قبل ظهور نظرية النسبية تعاني من العيوب المذكورة أعلاه، وقد بين آينشتاين التناقض الظاهري في بعض منها وتصدى برجمان للتخلص من هذه العيوب بصورة نهائية وعلى أسس تجريبية من خلال ربط المفهوم بالإجراءات التجريبية وبالخبرة عموماً، وبرفض أي مفهوم لا يرتبط بالتجربة باعتباره مفهوماً ميتافيزيقيا، كما حاول برجمان إبعاد كل عنصر قبلي من عملية المعرفة، ويرى (C.E.Bures) في مقالٍ له نشره عام (١٩٤٠) أن "الإجرائية لا تقدم وسيلة أو معياراً لتحاشي العناصر غير المرغوب فيها في الفكر العلمي وحسب، بل إنها توضح كذلك عدم الرغبة في مثل هذه العناصر

1) Feigl, H.: Operationism and Scientific Method, P. 250.
2) Ibid: P. 250 - 251.

ومن وجهة نظر تجريبية"[1] وهو بهذا يكرر على نحو أدق ما قاله (بوس BoasG.) عام (١٩٣١) موضحاً موقف الإجرائية من المفاهيم الغامضة بقوله: إن "أقل ما يقال عن الإجرائية هو أنها لا تقدم وسيلة لتحاشي هذه المفاهيم وحسب، بل وتقدم كذلك توضيحاً لرفضها هذه المفاهيم."[2]

هكذا يبدأ برجمان من التجربة والخبرة بشكل عام حيث يرى أن "التحليل الإجرائي من دون خبرة حية هو تحليل فارغ وشكلي"[3] وبهذا يؤكد برجمان أهمية اطروحته الإجرائية في تعريف المفاهيم بوصفها أفضل طريق لإقامة الفيزياء على أسس ثابتة من التجربة وإبعاد المفاهيم التي لا ترتبط بالتجربة بوصفها مفاهيماً غامضة لا فائدة منها في الفيزياء.

1) Bures, C. E.: Operationism, Construction, and Inference, J. Phil., Vol. 37, 1940, P. 401.
2) Boas, G.: The Operational Theory of Meaning, P. 544.
3) Bridgman, P. W.: Recent Points of View in Physics, In Reflections, P. ٨٩.

المبحث الثاني
المفاهيم الأساسية والمفاهيم الثانوية

٢١ - تقسم المفاهيم التي تستخدم في الفيزياء إلى قسمين، مفاهيم أساسية وهي التي يبدأ منها عالم الفيزياء في بناء نظريته وهي عادة ما تكون قريبة من الواقع ومشتقة من التجربة الحسية، من خلال حصيلة الملاحظات والتجارب التي أجراها، ويتقدم الفيزيائي من هذه المفاهيم إلى مفاهيم أخرى أكثر عمومية وتجريداً، بحيث لا نجد التطابق المباشر بينها وبين الخبرة، بل نجد أنَّ لها علاقة مباشرة مع مفاهيم المستوى الأول.

إنَّ المفاهيم الأكثر تجريداً عادة ما تكون مفاهيم مشتقة، بواسطة التعريف، من المفاهيم الأولية وبهذا يمكن أن تدعى مفاهيم ثانوية، ثانوية ليست من ناحية أهميتها والدور الذي تلعبه في النظرية الفيزيائية بل ثانوية من ناحية تسلسلها في مستويات المعرفة، فتأتي بعد مفاهيم المستوى الأول الذي يكن على علاقة مباشرة بعالم الخبرة، وإذا كانت المفاهيم تقسم إلى مستويات مختلفة فإن عملية صياغة هذه المفاهيم بمختلف مستوياتها لها علاقة وثيقة باللغة التي تستخدم لصياغتها والتعبير عنها. ومع تأكيد برجمان على لغة الحياة اليومية، وظيفتها الاجتماعية والدور الذي تلعبه في مجال نقل الآراء والأفكار بين الناس، إلا أنَّه يرى أنَّ هذه اللغة قاصرة في مجال البحث العلمي، ذلك لأنَّ مفاهيم الفيزياء يشترط فيها الدقة وأنَّ لغة الحياة اليومية لا تفي بهذا المطلب الذي لم تنشأ من أجله، كما أنَّ اللغة عموماً تعبر عن الخبرة، والخبرة في نظر برجمان ما هي الا "مجموعة فعاليات"[1]. وعلى نحو أكثر تحديداً، إنَّ الخبرة هي "مجموعة من الفعاليات غير القابلة للإعادة والتكرار"[2] حيث يرى برجمان أنَّ خبرتنا أو عملياتنا الإدراكية هي عبارة عن فعالية تجرى باستمرار ولا يمكن إعادتها بعد ذلك، وإنَّ وضع الخبرة في صيغ لغوية يفقدها الكثير من فعاليتها، ويستبقي منها عناصرها الثابتة، تماماً كما

1) Bridgman, P.W.: N.P. Th. P. 17.
2) Ibid.: P. 19.

نفعل عندما نقطع شيئاً ما عن مجراه الطبيعي ونضعه في المختبر من أجل دراسته، ولهذا يرى برجمان أنَّ بعض الأقوال مثل "أرى حصانا" - والذي يصف الخبرة كفعالية أي العملية الذهنية التي يقوم بها الشخص عند إدراكه هذا الشيء مثل هذا القول بتركيزه على الفعالية العملية أفضل من القول "هذا حصان" والذي يركز على الشيء ولا يركز على الفعالية، وكما يقول برجمان أنَّ القول الأخير "يجمد الفعالية ويستبدلها بشيء ثابت"[1] حيث يتضمن شيئا ما عن التجربة، أو هو عبارة عن بناء (Construct) وبهذا المعنى يرى برجمان أنَّ الأشياء هي أبنية، وأنَّ كل اسم يتضمن قدراً معيناً من البناء والتجريد، ولهذا يرى برجمان أنَّ اللغة قاصرة تماماً عن مواصلة التعبير عن الخبرة كفعالية لأنَّ الخبرة غير قابلة للتكرار مرة ثانية من خلال اللغة التي تركز على ما هو ثابت ومستمر في الخبرة التي تركز بدورها على الشيء أو على البنى. ولكن مع ذلك يرى برجمان ان للغة قابلية في "تأكيد ووضع تطابقات معينة من الخبرة"[2] ويستدرك برجمان أنَّه لا يوجد هنالك تطابق واحد لواحد بين اللغة والخبرة لأنَّه لا يمكن وضع تطابق هنا، تطابق كامل وتام بينهما بسبب عدم وجود تماثل في بنيتهما، حيث لكل منهما بنية مختلفة عن الآخر، والتطابق هنا تطابق تقريبي وحسب، كما أنَّ اللغة اختراع إنساني لغرض التعبير عن الأشياء والأغراض الاجتماعية، لذلك يرى برجمان إنَّ العملية التي تضمن لنا التطابق بين اللغة والخبرة ليست هي الصيغ اللغوية أو الكلمات، بل إنَّ هذا التطابق يتم بواسطة عمليات معينة وهذه "العمليات يمكن تعلمها فقط من خلال الملاحظة والاستخدام والتحقق."[3]

وبهذا يؤكد برجمان على منهجه الإجرائي الذي يركز على الفعاليات والعمليات الفيزيائية، وتكون هذه اللغة لغة التحدث عن الشيء، لغة مقصورة على وصف الأشياء وكيفياتها وصفاتها القابلة للإدراك، ويسمى هذا المستوى بمستوى الكيف أو الوصف الكيفي للأشياء، والذي يعبر عن صفاتها بلغة الحياة اليومية، وإذا كانت هذه اللغة تعبر عن الأشياء بأوصاف كيفية غير

1) Ibid.: P. 17.
2) Ibid.: P. 19.
3) Ibid.: P. 20.

دقيقة، فإن الفيزياء تسعى إلى الدقة، حيث تصف أشياء العالم الخارجي وظواهره بواسطة أعداد، مستخدمة طرق القياس، حيث تتحول الكيفيات إلى كميات، وتتحول الصفات إلى أرقام، ويمكن تسمية هذا المستوى بمستوى الكم، أو حسب تعبير برجمان مستوى الإجراءات الفيزيائية الفعلية، حيث يتم فيه إجراء التجارب الفيزيائية باستخدام أدوات وأجهزة معينة، وتعطى نتائج القياس بلغة أعداد، ويمكن التحدث عن مستوى ثالث عند برجمان، وهو مستوى الإجراءات العقلية أو إجراءات القلم والورقة، وهو مستوى التجريد والتجارب العقلية في الفيزياء النظرية، حيث يتم استخدام لغة رمزية دقيقة شرطها هو المتانة وعدم التناقض، وقابليتها في الأخير لتفسير ووصف الظواهر، أي يتم التحقق منها فيما بعد بواسطة التجربة. ويمثل هذا التعبير مستوى تجريدياً لأنّه مرتبط بالتجارب العقلية التي استخدمت في نظرية النسبية ونظرية الكم، كما أنَّ هذه المستويات الثلاثة ذات علاقة ببعضها ويكون كل منها أساسا للآخر.

وقد تحدث كارناب عام (١٩٢٦) في كتابة "بناء المفاهيم الفيزيائية" عن هذه المستويات الثلاثة. وقدم الدكتور ياسين خليل تحليلاً مكثفاً وافياً لهذا الكتاب في كتابه "منطق البحث العلمي" حيث يرى ان كارناب ميز بين مستويات ثلاثة هي مستوى الكيف، ومستوى الكم، ومستوى التجريد.

١- مستوى الكيف: - "يتركز البحث على الأشياء على اختلاف حجومها ومقاديرها وأشكالها وأمكنتها أو مواضعها، وما تتصف به هذه الأشياء من صفات مختلفة مثل اللون والصلابة والحرارة والوزن وغير ذلك."[1]

٢- مستوى الكم: - "وهو المستوى الذي توصف فيه الأشياء بواسطة الأعداد" وإنّه "ليس هنالك معنى لكمية فيزيائية إلا من خلال الطرق التي يمكن أن تقاس بواسطتها."[2]

---

1) الدكتور ياسين خليل، منطق البحث العلمي، بغداد، ١٩٧٤،ص ٢٧٣.

2) Margenau, H.: The Nature of Physical Reality, p. 227.

٣- مستوى التجريد: - "وهو المستوى الثالث الذي يبين فيه كارناب "إمكانية بناء المفاهيم الفيزيائية الخاصة بنظرية النسبية وبعالم الأبعاد الأربعة، إذ لم تعد النقطة المكانية أو الفضائية مثبتة بثلاثة أبعاد فقط، بل أضيف إليها البعد الزماني، وبذلك تكون فئة النقاط الكونية رباعية الأبعاد."[١]

٢٢ - إذا كان تقسيم المفاهيم إلى مفاهيم أساسية، ومفاهيم ثانوية أو مشتقة، ذا علاقة باللغة التي تستخدم لصياغة هذه المفاهيم بمختلف مستوياتها، فإنَّه ذو علاقة أقوى بمسألة التعريف. وذلك لأهمية التعريفات والدور الذي تلعبه في مجال بناء المفاهيم، حيث أنَّ التعريف هو الوسيلة التي تستطيع بواسطتها تمييز مفهوم عن آخر أو بناء مفهوم معين، وهو في نفس الوقت منهج منطقي لاشتقاق مفاهيم أخرى، وبناء مفاهيم بواسطة مفاهيم أخرى وقد ميز الدكتور ياسين خليل في كتابه "منطق البحث العلمي" بين بعدين في مجال تعريف المفاهيم هما[٢]:

١- البعد السنتاكسي أو الصوري (Syntactical, Formal Dimension)

٢- البعد السميانطيقي (Semantical Dimension)

إنَّ التمييز بين هذين البعدين قد تم استنادا إلى انقسام العلوم إلى قسمين:

١- فئة العلوم الرياضية والمنطقية.

٢- فئة العلوم التجريبية.

حيث يقول: - إنَّنا "نظر إلى اللغة التي تستخدمها العلوم الرياضية والمنطقية من زاوية صورية بحتة، ومقتصرين على الجانب التركيبي في علاقات الرموز بعضها في الصيغ المختلفة، ولكن العلوم التجريبية ومنها علم الفيزياء، لا تقتصر على الجانب الصوري للغة على الرغم من أهميته البالغة، بل تأخذ بنظر الاعتبار صلة اللغة والمفاهيم والرموز والصيغ بالعالم

1) الدكتور ياسين خليل: منطق البحث العلمي، ص ٢٧٤.

2) المصدر السابق: ص ٢٦٨.

الخارجي، لأنَّ غاية الفيزياء لا تنحصر في بناء القوانين والنظريات العلمية، بل تتعدى ذلك إلى فهم ما يجري في العالم الخارجي، وإيجاد التعليلات القويمة لأحداثه، ولا يتم ذلك إلا من خلال ربط لغة الفيزياء بالعالم الخارجي."[1]. ويميز الدكتور ياسين خليل بناء على ذلك بين نوعين من أنواع التعريف هما:

١- التعريف الصوري (Formal Definition)

٢- التعريف السيمانطيقي (Semantical Definition)

ويرى أنَّ "التعريف الصوري يمثل قاعدة فقط تسمح لنا باستبدال رمز برمز آخر، بينما يمثل التعريف السيمانطيقي قاعدة تسمح لنا بتعيين معنى الرمز الذي نريد تعريفه أو توضيح معناه بدقة."[٢]

وبما أنَّ الاهتمام منصبٌ هنا على العلوم التجريبية وعلى وجه التخصيص على المفاهيم الفيزيائية، فإن التعريف الذي يساعد على تحديد وبناء المفاهيم هو التعريف الذي يحدد معنى المفهوم، ويقوم بتوضيح معناه بدقة وقد ميز (مارجينو) بين نوعين من التعريفات في مجال العلوم التجريبية هما:

١- التعريف المعرفي (Epistemic Definition)

٢- التعريف التكويني (Constitutive Definition)

ويمكن توضيح الفرق بين النوعين من خلال بعض الأمثلة: مفهوم الكتلة مثلاً، يمكن تعريفه بواسطة اختيار إجراءات فيزيائية فعلية ومن خلال تطبيقها يمكن قياس وتحديد كتلة الشيء الذي نريده، وبهذا تتحدد الكتلة من خلال إجراءات تجريبية نقيسها بها وهذا التعريف معرفي.

أما إذا قلنا إنَّ الكتلة هي نسبة القوة إلى التعجيل، حسب قانون نيوتن الثاني ودون إجراءات معينة، فإن هذا هو تعريف تكويني، أو نعرف الزمن بواسطة إجراءات فيزيائية أداتية في قياس فترة زمنية بوسطة الساعة، ويكون هذا تعريفاً معرفياً بوسطة الإجراءات الفيزيائية.

---

1) المصدر السابق: ص ٢٦٨.

2) المصدر السابق: ص ٢٦٩.

أما إذا قلنا إنَّ الزمن هو "متغير مستقل في قوانين الحركة"[1] أي كما يظهر في المعادلات الرياضية في ميكانيكا نيوتن فإن هذا هو تعريف تكويني للزمن.

يظهر مما سبق أنَّ (مارجينو) يعني بالتعريف المعرفي، التعريف الإجرائي، حيث يقول "إنَّ الأول هو إجرائي باستخدام حد برجمان"[2] ويستخدمه (مارجينو) بالمعنى نفسه تماماً حيث يقول: "إنَّ التعريف المعرفي أو الإجرائي هو..."[3] إنَّ التعريف الإجرائي سبق توضيحه وهذا النوع من التعريف مرتبط بصورة خاصة ووثيقة جداً بأعمال برجمان الفلسفية حيث شدد على الطريقة الإجرائية في تعريف المفاهيم.

أما النوع الثاني من التعريفات فهو التعريف التكويني أو البنائي، والذي يعني أنَّ "علاقة الأبنية بعضها ببعض تكون ضمن حقل معين"[4] أي يمكن تعيين معنى الحد المعرّف من خلال البناء الذي يوجد فيه أو من خلال الصياغة الرياضية التي يوجد فيها. وهذا النوع من التعريفات مرتبط بالأعمال التي قدمها (كارناب) في مجال بناء المفاهيم الفيزيائية.

ويرى (مارجينو) أنَّ بين هذين النوعين من التعريفات اعتمادا متبادلاً حيث "نستطيع بفضل التعريفات المعرفية لأبنيتنا أنْ نقوم بعملية القياس، وبفضل التعريفات التكوينية يمكننا التفكير بالأبنية"[5] ويرى أنَّه لا يمكن لأي منهما أنْ يخدم العلم والفيزياء بمفرده، حيث أنَّ التعريفات الإجرائية "لوحدها سوف تترك الأبنية من دون ترابط منطقي، علاوة على وجود أبنية لا يعترف بها في مثل هذا النوع من التعريف."[6]

ويرى (مارجينو) أنَّ العلاقة المتبادلة بين نوعي التعريف هذين لها فائدة كبيرة للعلم، لأنه من دون التعريفات الإجرائية "ينحل العلم إلى تأمل وفي غياب

---

1) Margenau, H.: The Nature of Physical Reality. P. 243.
2) Ibid.: P. 235.
3) Ibid.: P. 23٦.
4) Ibid.: P. 236.
5) Margenau, H.: Methodology of Modern Physics, P. 63. وأود ان اشير الى ان (أرثرباب) في مقاله Are Physical Magnitudes Operationally Definable يتفق تماما مع رأي (مارجينو) ويتفق معه كذلك (لندساى) في مقاله Operationalism in Physics $، In, V.S. Th.
6) Ibid.: P. ٦٣

التعريفات التكوينية فإن العلم يصبح تسجيلا عقيما لوقائع الملاحظة... وأنَّ القوانين الفيزيائية يمكن اعتبارها وسائط بين نوعي التعريف بالنسبة إلى تعريفات تكوينية جديدة وعلى العكس، فإن تعريفاً جديداً من هذا النوع يمكن أن ينتج قانوناً."[1]

٢٣ - إنَّ التمييز بين مفاهيم أساسية ومفاهيم مشتقة يعني التمييز بين مفاهيم أولية غير مُعَرَّفة، ومفاهيم ثانوية نعرفها بواسطة هذه المفاهيم الأولية، حيث توجد علاقات معينة تربطها بحيث يمكن اشتقاق وبناء جميع المفاهيم بالاعتماد على تلك المفاهيم الأولية أي بالاعتماد على عدد قليل من المفاهيم يختارها الباحث لتكون أساساً لنسقه البنائي وبالتالي تتكون مستويات مختلفة للمفاهيم مترتبة بشكل تصاعدي يعتمد كل منها على المستوى الذي يسبقه بحيث تكون العلاقة بين المستوى الثاني والمستوى الأول علاقة مباشرة وتكون هذه العلاقة غير مباشرة بين مفاهيم المستوى الثالث والمفاهيم الأولية وبالتالي يمكن رد المفاهيم التي في مستوى تجريدي عال إلى مفاهيم تقع في مستوى اقل تجريداً وهكذا حتى نصل مفاهيم المستوى الأول والتي يرى برجمان ضرورة أنّ تكون مفاهيم مستمدة من التجربة بطريقة استقرائية ويمكن تعريفها إجرائيا. وقد انطلق برجمان من مفاهيم أساسية مثل الزمان والمكان يتخذهما أساساً لتعريف بقية المفاهيم الفيزيائية مثل السرعة والتعجيل باعتبارها مفاهيم مشتقة. وفي مناقشة مفهوم المكان يرى برجمان أنَّ موضع أي جسم لا يمكن أن يُقرر إلا من خلال نظام معين للقياس وباستخدام نظام الاحداثيات الديكارتية، حيث يعطي لكل جسم ثلاث إحداثيات تحدد موقعه بواسطة القياس، ويرى برجمان وجود أنواع مختلفة من المكان طبقاً للإجراءات الأساسية المستخدمة في التعريف حيث يميز بين نوعين هما:

١- المكان الملموس: وهو المكان الاعتيادي الذي نقيسه بواسطة عصا القياس.

---

1) Margenau, H,: The Nature of Physical Reality, P. 243.

٢- المكان الشعاعي: وهو المكان الفلكي الذي نقيسه بواسطة الأشعة الضوئية أو الموجات الضوئية[١].

أما مفهوم الزمان فيرى برجمان إمكانية تحديده من وجهة نظر إجرائية، من خلال "الإجراءات التي نقيس بواسطتها الزمن."[٢]

ويميز نوعين من الزمان:

١- الزمان المحلي: - "وهو زمن الحوادث التي تقع متقاربة في المكان."

٢- الزمان الممتد: - وهو "زمان الحوادث التي تحدث في نقاط متباعدة في المكان، على نحو يمكن أن يؤخذ بنظر الاعتبار."[٣] وهذا المفهوم الأخير هو الذي يرتبط بالأبعاد المكانية الثلاثة ويشكل البعد الرابع لها. والإجراءات الفيزيائية التي تستخدمها في قياس الزمن هي الساعة والأشعة الضوئية، مع الأخذ بنظر الاعتبار أنَّ الساعة وأي جهاز توقيت سوف يغير من معدل توقيته أثناء الحركة في نظام معين.

من الواضح أنَّ برجمان يناقش مفهومي الزمان والمكان في كل من الفيزياء الكلاسيكية والفيزياء النسبية، حيث أنَّ الزمان الذي يكون مرتبطاً بالأبعاد المكانية ويكون بعداً رابعاً لها، هو الزمان الذي اعتمدته نظرية النسبية وكذلك المكان الشعاعي الذي يعتمد على الأشعة الضوئية هو المكان المستخدم في النسبية العامة، حيث يكون الفضاء منحنياً حسب انحراف الأشعة الضوئية وانحنائها طبقا لترتيب الكتل المادية ومجالها الجاذبي.

والملاحظ أنَّ برجمان عرف هذه المفاهيم بواسطة مفهوم تكررَ كثيراً وهو مفهوم (الإجراء)، ولكنه لم يقدم تعريفا لهذا المفهوم، مع أنَّه يدرك مسبقاً أنَّ عملية ترك الإجراءات الأساسية غير محللة وحدسية هي عملية غير مقنعة، ويعترض عليها الكثيرون، إلا أنَّه يرى أنَّ في عملية تعريف مفهوم الإجراء خطورة أكثر من خطورة تركها غير معرفة، حيث يتساءل برجمان "كيف سنعرف إجراء ما؟"[٤] يجيب برجمان على هذا السؤال، إنَّنا سوف نعرف

1) Bridgman, P. W.: L. M. P., P. 67.
2) Ibid.: P. 69.
3) Ibid.: P. 69.
4) Bridgman, P. W.: Reflections. P. 89.

الإجراء إما بلغة إجراءات أخرى وفي هذه الحالة نكون قد ابتعدنا عن المشكلة وإما أنْ نعرف الإجراء بلغة خصائصه.

ويرى برجمان أنَّ الحل الأخير سوف يرجعنا إلى جميع الصعوبات التي حاولنا التخلص منها في التعريفات بلغة الخصائص، والذي يتمثل في عدم الدقة واليقين في النواحي التجريبية كما لاحظنا في مفاهيم نيوتن في الزمان المطلق والمكان المطلق.

أما تعريف الإجراء بلغة إجراءات أخرى، فإنها عملية لا يمكن أن تستمر وبشكل غير محدود بلا نهاية، إذ لابدَّ من الوقوف عند إجراء ما غير مُعَرَّف، إنَّ الفيزيائي مضطر إلى قبول إجراء معين بوصفه إجراء غير معرف. يعرف بواسطته بقية المفاهيم المستخدمة، وبهذا يقول برجمان: "إنَّني اعتقد أنَّ عدم التحديد المتضمن في الإجراءات الحدسية المقبولة بوصفها إجراءاتنا غير محللة هو شيء لا يمكن تفاديه."[1] ويرى برجمان أنَّ قبول إجراء ما بوصفه إجراء أولياً غير محلل، يمكن أن يكون عرضه للانتقادات، ولكن يمكن مواجهة هذه الانتقادات وتفادي الأخطاء من خلال إعطاء تحديد وتوضيح للإجراء المستخدم، ومن المعروف في الطريقة البديهية في بناء النظريات العلمية أنَّ الأوليات هي مقدمات غير متناقضة مع بعضها، أو لا تؤدي إلى استنتاجات متناقضة مع البناء ككل، إلا أنَّ برجمان كفيزيائي تجريبي يعلن رأيه صراحة ضد هذه الطريقة الشكلية والاصطلاحية في اختيار الأوليات، حيث يقول "إنَّني لا أعتقد أنَّ أي وضع فيزيائي يمكن أنْ يرد دائما وعلى نحو كامل إلى اصطلاح بحت."[2]

ميز برجمان بين نوعين من الإجراءات: أولاً: إجراءات بسيطة مثل تلك التي نقيس بواسطتها التطابق عند تقديم وصف هندسي للأشياء، أو في حالة قياس طول شيء ما حيث الإجراءات المتضمنة تعين عمل تطابق ما بين نهايتي قضيب القياس والشيء المراد قياسه، أما الإجراءات التي نقيس بها الطول الشعاعي في فيزياء النسبية فإنَّها إجراءات معقدة وهي النوع الثاني،

1) Ibid.: P. 90.
2) Bridgman, P. W.: W. Th. A., P. 51.

حيث تلعب الحركة دوراً مؤثراً على الطول، ويرى برجمان "أنَّنا نحاول بقدر ما هو ممكن أنْ نبني إجراءات أخرى من هذه الإجراءات البسيطة."[1] ويحاول برجمان أنْ يعرف بقية المفاهيم بواسطة هذه المفاهيم الأساسية بطريقة إجرائية، حيث يعرف مفهوم السرعة وهو من المفاهيم الثانوية والمشتقة بوصفه متضمنا لمفهومي الزمان والمكان، وهما أوليان، حيث يتحدد مفهوم السرعة إجرائياً على النحو التالي: نلاحظ أولاً الزمن الذي يكون فيه الشيء في الموضع الأول ثم بعد ذلك نلاحظ الزمن الذي يكون فيه الشيء في الموضع الثاني، ونقسم المسافة بين الموضعين على الفترة الزمنية الفاصلة فنحصل على السرعة.[2]

$$\text{السرعة} = \frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}}$$

والسرعة الاعتيادية يمكن أنْ تقاس بواسطة الزمن المحلي والمكان الملموس. أما في السرعات العالية جداً فإننا نستخدم الزمان الفلكي والمكان الشعاعي. ثم يعرف برجمان بعد ذلك التعجيل الذي يتضمن السرعة، حيث أنَّ التعجيل (التسارع) هو مقدار الزيادة في السرعة خلال وحدة الزمن. وبهذا يكون التعجيل من المفاهيم المشتقة التي تعرف بواسطة كل من السرعة والزمن. ويمكن تعريف الكتلة بواسطة مفهوم التعجيل، فإذا كانت بين جسمين علاقة تأثير معينة، بحيث أنَّ كلاً منهما يتحرك بتعجيل معين فإننا نستطيع تحديد كتلة أحدهما بواسطة الآخر من خلال قسمة تعجيل الأول على تعجيل الثاني، وكذلك تعرف القوة بواسطة كل من الكتلة والتعجيل، ولكل من هذه المفاهيم وحدات قياس معينة.

يحاول برجمان بعد ذلك تعريف المفاهيم الأخرى إجرائياً مثل: مفاهيم الديناميكا الحرارية، كالحرارة وكمية الحرارة، والطاقة ومفاهيم الكهربائية كالشحنة ومقدار الشحنة، ثم طبيعة الضوء ومفاهيم نظرية النسبية (كالحادثة Event) ثم مفاهيم نظرية الكم.

1) Bridgman, P. W.: O. A. P. 120.
2) Bridgman, P. W.: L. M. P,. P. 97.

وبهذا يمكن تقسيم المفاهيم إلى:

- مفاهيم أساسية:

الزمن

المسافة

الكتلة

- مفاهيم ثانوية أو مشتقة:

$$\frac{\text{المسافة}}{\text{الزمن}} = \text{السرعة}$$

$$\frac{\text{م}}{\text{ن}} = \text{س}$$

$$\frac{\text{السرعة}}{\text{الزمن}} = \text{التعجيل}$$

$$\frac{\text{س}}{\text{ن}} = \text{ع}$$

الزخم = الكتلة x السرعة

ز = ك x س

القوة = الكتلة X التعجيل

ق = ك X ع

٢٤ - إنَّ بناء المفاهيم الفيزيائية منطقيا محاولة لم تكن محصورة في نطاق عمل برجمان فقط، بل كانت من نصيب (رودلف كارناب) كذلك حيث ميز بين مفاهيم أولية غير معرفة يعرف بواسطتها مفاهيم أخرى، ومفاهيم ثانوية مشتقة. لقد قدم (كارناب) محاولته تلك في كتابه "بناء المفاهيم الفيزيائية" والمذكور سابقا، حيث يرى وجود نوعين من التعريفات لأي مقدار فيزيائي هما:

أولاً: التعريف التوبولوجي (Topological Definition)، وهو يقرر متى يكون لشيئين أو مقدارين:

ا - قيمة واحدة أي متساويان.

ب - أو أنَّ أحدهما له قيمة أكثر من الآخر.

جـ - أو أنَّ له قيمة أصغر من الآخر.

وبالإضافة إلى تحديد قيمة كل مقدار، فإنَّه يوجد نوعان من العلاقات بين الأشياء مع التعريف التوبولوجي هما:

- علاقة متعدية وتناظرية كما في حالة المساواة =
- علاقة متعدية وغير متناظرة كما في حالة الاختلاف > أو <

ويرى (مارجينو) أنَّ التعريفات التوبولوجية للمقادير الفيزيائية غير كافية وحدها دون الأخذ بنظر الاعتبار النوع الثاني من التعريف وهو:

ثانياً: التعريف القياسي (Metrical Definition) أي ما له صلة بالقياسات[1] ويرى (مارجينو) أنَّ صياغة التعريف القياسي كما طرحه (كارناب) يفرض على عالِم الفيزياء أنْ يأخذ بنظر الاعتبار ثلاث قواعد أساسية وهي:

- أنْ يختار شكل المقياس الذي يرغب أنْ يقيس المقدار الفيزيائي طبقاً لدرجاته.
- أنْ يحدد نقطة الصفر على هذا المقياس الذي سوف يستخدمه.
- أنْ يختار وحدة القياس سوف يستخدمها[٢].

وهكذا يؤكد (كارناب) على ضرورة تعريف المفاهيم الفيزيائية بواسطة إجراءات القياس. وقد عرف مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية بهذه الطريقة، وبواسطة القواعد الخمس المتعلقة بالتعريف التوبولوجي والقياسي، مثل مفاهيم المسافة، الزمن، الحرارة، السرعة، التعجيل، الكتلة، القوة والشحنة الكهربائية، حيث يعتبر مفاهيم الزمان والمكان مفاهيم أساسية يعرف بواسطتها مفاهيم مثل السرعة والتعجيل والقوة.

---

1) Margensau, H.: The Nature of Physical Reality, p. 227.
2) Ibid.: P. 227.

ويمكن توضيح طريقة (كارناب) في تعريف المفاهيم وبنائها من خلال تعريف مقدار فيزيائي معين كالمسافة أو الطول كما وضحه (الدكتور ياسين خليل) حيث يقول:

لأجل تحديد مسافة ما، فإننا نحتاج أولاً إلى مقياس معين له خصائص فيزيائية معينة، كأنْ يكون صلباً بحيث يفي بشروط التطابق وذلك من خلال وضعه على جسم آخر، لأن المطابقة هي علاقة بين هذه الأجسام الصلبة، وهذه المطابقة هي علاقة متعدية. فإذا كانت هنالك مطابقة بين ا و ب ووجدنا مطابقة بين ب وجسم آخر هو ح فهذا يعني وجود مطابقة بين ا و ح أيضاً، كما أنَّ المطابقة علاقة تناظرية، فإذا كانا منطقا على ب فإن ب تنطبق على ا كذلك. أما إذا كانت نهاية الجسم ا تقع على نهاية الجسم ب والنهاية الأخرى من الجسم ا تقع على نقطة داخلية من ب، فإنَّ العلاقة تكون متعدية لكنها غير متناظرة، لأنَّ ا يحدد قيمة عددية أقل من ب وهو ما يسمى بالتغطية الجزئية، ولمعرفة مقدار الفرق بين المسافتين أو الطولين فلابد من تثبيت شكل التدرج فإننا نختار أحدها لنستخدمه في عملية القياس، كما أنَّ التدرج الذي نبدأ به متروك لحرية الفيزيائي، حيث يبدأ من أي رقم يشاء ويعتبره نقطة الصفر ولكن غالبا ما تكون نقطة الصفر هي البداية، أو نقول أنَّ المسافة بين ا و ب تساوي صفر عندما يقع كل من ا و ب في الفراغ أو يتلاسقان[1].

وبالطريقة السابقة ذاتها يعرف (كارناب) مفهوم الحرارة والزمن ثم يعرف بواسطتها السرعة، والتعجيل والكتلة، أما القوة فإنه يعتبرها مجرد مقدار حسابي.

---

1) انظر الدكتور ياسين خليل: منطق البحث العلمي ص ٢٧٦ - ٢٧٧ حيث يناقش موضوع البناء المنطقي للمفاهيم العلمية وخصوصاعند (كارناب).

المبحث الثالث
تحليل ونقد الفلسفة الإجرائية

٢٥ – أسس أطروحة برجمان بالتفصيل: (التعريف الإجرائي للمفاهيم)

سأتناول فيما يلي أسس أطروحة برجمان الإجرائية بالتفصيل وسوف أعرضها بشكل موضوعي وعلى شكل نقاط متتابعة لغرض الوضوح، وسأناقش تفصيلاتها وانتقاداتها والرد على الانتقادات في الفقرة اللاحقة:

١ . "إننا لا نعني بأي مفهوم شيئاً أكثر من مجموعة من الإجراءات."[١]

ويتناول برجمان مفهوم الطول لتوضيح ما يذهب اليه في تعريفه للمفهوم بالإجراءات؛ فلمعرفة طول قطعة أرض أو مسافة ما، فإننا نقوم بقياسها بواسطة قضيب القياس أو المتر وذلك بوضعه عليها، بحيث تكون بدايته متطابقة مع بداية المسافة التي نريد قياسها، ثم نؤشر عند نهاية القضيب وننقله بعد ذلك لنضع بدايته عند النقطة التي أشرّناها ونؤشر عند نهايته مرة أخرى، هكذا نكرر العملية عدة مرات حتى نكمل قياس المسافة ويكون الطول هو المجموع الكلي لعدد المرات التي نقلنا فيها القضيب، ولهذا الإجراء صعوبات معينة يجب أخذها بنظر الاعتبار، حيث أن القضيب مصنوع من المعدن وهو عرضة لتأثير عوامل مختلفة عليه مثل درجة الحرارة، الضغط، الشحنة الكهربائيه والسرعة التي تحرك بها، فيجب التأكد مثلاً من أن درجة الحرارة للقضيب هي درجة الحرارة القياسية المستخدمة في تعريف الطول، أو أن نقوم بإجراء تعديل على النتيجة وذلك بحساب مقدار التغير في درجة الحرارة، وان نتاكدمن أن القضيب ليس عرضة لتأثيرات القوى الكهربائية، كما يجب تحديد التفاصيل المتعلقة بحركته أثناء نقله من مكان لآخر لغرض قياس المسافة، كالسرعة التي يتحرك بها وتعجيله. وهنا يرى برجمان وجود نوعين من الإجراءات التي نعرّف بواسطتها المفاهيم، كما يتضح من النقطة التالية.

---

1) Bridgman. P. W.: L. M. P.P. 5.

٢ . "فاذا كان المفهوم فيزيائياً، كمفهوم الطول، فإن الإجراءات هي إجراءات فيزيائية فعلية...، إما إذا كان المفهوم عقلياً ...، فإن الإجراءات هي إجراءات عقلية."[١]

هكذا يعرف كل مفهوم بالإجراءات التي تتطابق معه، فالإجراءات المطابقة لمفهوم الطول هي الإجراءات الفيزيائية الفعلية التي يقاس الطول بواسطتها باستخدام أداة قياس معينة، فالإجراءات هنا أداتية إما إذا كان المفهوم رياضياً أو منطقياً فإن الإجراءات المطابقة له لا تكون إجراءات أداتية، بل عقلية رمزية وهي ما أسماها برجمان بإجراءات (القلم والورقة)، وهكذا فكل مفهوم يطابق مجموعة معينة من الإجراءات التي تناظره أو كما يقول برجمان:

٣. "إن المفهوم مرادف لمجموعة الإجراءات التي تناظره."[٢]

ولنعد لمناقشة حركة القضيب وتأثيرها على عملية قياس الطول، إنّ عملية نقل القضيب لغرض قياس المسافة لم تؤثر على عملية القياس، ذلك لأن القضيب يتحرك بسرعة إعتيادية، إما إذا تحرك بسرعة عالية جداً، تقترب من سرعة الضوء فإن حركته سوف تؤثر على عملية القياس، لأن القضيب حسب نظرية النسبية ينكمش باتجاه حركة طوله في مثل هذه السرعات الكبيرة وبالتالي يتوجب علينا إيجاد مجموعة أخرى من الإجراءات التي نحدد بواسطتها الطول في مجال السرعات العالية جداً، وبالإمكان كذلك قياس المسافة التي بيننا وبين نجم بعيد بواسطة إرسال إشارة ضوئية ثم التقاطها وقياس الزمن المستغرق لقطع المسافة وهذا يعني وجود إجراءات متعددة لقياس شيء واحد .

ويرى (بنيامين A. C. Benjamin) وجود صعوبتين في صياغة موقف برجمان فيما يتعلق بمطابقة المفهوم لمجموعة من الإجراءات المناظرة له وهاتان الصعوبتان هما : [٣]

أ – صعوبة تتعلق بالوضوح:

---

1) Ibid: P.5.
2) Ibid: P.5.
3) Benjamin, A. C.: Operationism – ACriticalEvaluation, P. 440 – 441.

بما إنَّ المفهوم مرادف لمجموعة من الإجراءات فانه يجب أنْ يعني هذه الإجراءات وإذا كانت مفاهيم الفيزياء معرفة بطريقة إجرائية فإن العالَم الفيزيائي يجب أن يتضمن إجراءات فقط، والإجراءات هي أعمال من صنعنا، فيصبح العالَم الفيزيائي وكأنه من صنع الذات، وبتعبير آخر نفي الشرط الموضوعي لوجود الأشياء وربطها بالذات وما تقوم به من أعمال وفعاليات، وهو محور النقد الذي وجهته فلسفة المادية الديالكتيكية للفلسفة الإجرائية، إلاّ أن (بنيامين) يصحح هذا الموقف الخاطئ من الإجرائية، حيث يرى أن برجمان لا يقصد المعنى المذكور أعلاه بل يقصد أن معنى المفهوم الفيزيائي هو ما نحصل عليه عندما ننجز عملاً معيناً، فالإجراء يدخل في تقرير معنى المفهوم ولا يكون مرادفاً له.

ب - صعوبة تتعلق بالتمييز المهم لما قاله برجمان:

حيث يرى بنيامين أن برجمان لم يصرح في أي مكان أنَّ النظرية الإجرائية تطبق على جميع المفاهيم أو حتى على جميع مفاهيم الفيزياء، وحتى في مجال تعريف المفاهيم في الفيزياء ومرادفتها للإجراءات يرى بنيامين ضرورة التمييز وبوضوح بين الشيء والسلوك الذي نشير به للشيء أو التمييز بين:

المفهوم بما يعنيه

والسلوك الذي يحدد به هذا المعنى.

وعلى هذا الأساس فإن المفاهيم التي تعرف بصورة إجرائية واضحة وصريحة هي قليلة العدد نسبياً ولكن بنيامين يؤكد وجود مفاهيم لا تشير إلى معنى إجرائي واضح وصريح، بل ضمني وغير مباشر.

ولهذا يرى بنيامين أنَّ برجمان يعني افتراضاً أنَّ المفاهيم تعرف إجرائيا ليس فقط على نحو واضح ومباشر بل وبصورة غير مباشرة كذلك.

وعلى الرغم من وجود تنوع وتعدد في الإجراءات التي تشير إلى شيء واحد، فإن برجمان يحدد هذا التنوع بقوله:

٤ . "يجب أن نشترط بأن تكون مجموعة الإجراءات المساوية لأي مفهوم مجموعة وحيدة."[1]

---

1) Bridgman, P. W.: L. M. P., P.6.

فقد تبين وجود أكثر من مجموعة من الإجراءات لتحديد الطول، فنستطيع مثلا قياس مسافة ما بواسطة قضيب القياس أو بواسطة حساب المثلثات في مجال قوانين البصريات، أو بواسطة إرسال إشارة ضوئية إذا كانت المسافة بعيد جدا، وهذا يعني وجود مجموعات متعددة ومتنوعة من الإجراءات تشير بمختلفها إلى شيء واحد هو الطول. ترى هل إنَّ هذه المجموعات من الإجراءات تعطي باجمعها نفس النتائج وبالدقة نفسها؟ وتحدد مفهوماً واحداً أم أكثر؟

يجيب برجمان بقوله:

٥. "إذا كانت لدينا أكثر من مجموعة من الإجراءات فإنَّه سيكون لدينا أكثر من مفهوم واحد."[1]

حيث يرى برجمان أن الطرق المختلفة المتعددة في قياس وتحديد شي ما تؤدي إلى تحديد مفاهيم مختلفة، فإجراءات تحديد الطول في مجال السرعات الاعتيادية تختلف عن إجراءات تحديد الطول في مجال السرعات العالية جداً التي تقترب من سرعة الضوء، فهل يعني هذا وجود مفهومين للطول؟

يجيب برجمان بالايجاب، حيث يقول: "بما أنَّ إجراءات آينشتاين تختلف عن إجراءاتنا أعلاه، فإن مفهوم الطول بالنسبة له لا يعني نفس الطول الذي لدينا."[2] ولم يكتف برجمان بذلك بل أكد على ضرورة وجود إسمين مختلفين للإشارة اليهما حيث يقول:

٦. "وعلى نحو دقيق يجب أن يكون هنالك اسم آخر مطابق لكل مجموعة مختلفة من الإجراءات."[3]

وبهذا يستخدم برجمان مصطلح "الطول الملموس" (Tactual Length) للإشارة إلى ما يحد بواسطة قضبان القياس والإجراءات الملموسة في مجال السرعات الاعتيادية في عالمنا المألوف، ومصطلح "الطول الشعاعي" (Optical Length) للإشارة إلى ما يحدد بواسطة الإجراءات في مجال السرعات العالية جداً التي تقترب من سرعة الضوء كما في نظرية النسبية.

---

1) Ibid: P.10and Some General Principles of Operational Analysis, In Reflections, P. 31, 87.
2) Ibid: P.12
3) Ibid: P.10

يبدو أن المنهج الإجرائي في تعريف المفاهيم يبحث عن الدقة العلمية في صياغة المفهوم والتخلص من المفاهيم الغامضة التي إذا ما استخدمت دون تمحيص نقدي دقيق، كما يقول برجمان، فإنّها تؤدي إلى الكثير من الإرباك بالنسبة للفيزيائيين، ويرى برجمان أنّ المسألة هنا مسألة براجماتية، حيث يقول: "إننا لاحظنا بعد تجارب كثيرة أنه إذا رغبنا بالتوسل بصيغ معينة من التفكير بمفاهيمنا، فإن هذه المفاهيم ستكون مبنية على نحو أفضل."(١)

إن صيغة التفضيل والبحث عن الدقة العلمية هي التي تمنح المنهج الإجرائي تبريراً براجماتياً، وتصبح الإجرائية منهجاً في تحليل وصياغة المفاهيم العلمية على نحو أفضل وأكثر فائدة ودقة، وكما يرى برجمان فإن إحدى الفوائد الرئيسية لعمل التعريفات الإجرائية هي زيادة الدقة.(٢)

٢٦ - نقد أطروحة برجمان:

لقد تعرضت أطروحة برجمان في تعريف وبناء المفاهيم إجرائياً إلى انتقادات عديدة من قبل العلماء وفلاسفة العلم المعاصرين، ومن أقدم هذه الانتقادات وأبرزها النقد الذي قدمه (لندساى) في مجلة فلسفة العلم (J. Philosophy Of Science) عام ١٩٣٧ بعنوان "نقد الإجرائية في الفيزياء" A critique of Operationalism in Physics وسأضع فيما يلي نقد (لندساى) والفلاسفة الآخرون على شكل نقاط تمثل المحاور الأساسية في نقد الإجرائية وهي:

<u>أولاً</u>: يرى (لندساي) أنّ "المعنى الأساسي للإجرائية في الفيزياء هو أنّ المفاهيم الفيزيائية يجب أنْ تكون معرّفة بلغة إجراءات فيزيائية فعلية... ولا معنى لأي مفهوم ما لم يمثل إجراء ما يمكن أنْ ينجز في المختبر"(٣) بحيث يمكن تعريف مفاهيم مثل المسافة، الزمن، السرعة التعجيل، الحرارة، ضغط الغاز... بواسطة إجراءات فيزيائية فعلية فقط، وبواسطة أدوات وأجهزة معينة وبوجود شخص ما يقوم بعملية القياس وتكون مثل هذه المفاهيم

1) Bridgman, P. W.: O. A.P.119.
2) Bridgman, P. W.: Reflections, P. 30
3) Lindesay, R. B.: Critique, P. 456

وأشباهها خالية من المعنى تماماً إذا لم تحدد بواسطة إجراءات القياس الفعلية في المختبر.

إنَّ (لندساي) هو الوحيد الذي قصر المنهج الإجرائي في تعريف المفاهيم على الإجراءات الفيزيائية المختبرية، على الرغم من إشارة برجمان في كتابه "منطق الفيزياء الحديثة" المنشور (١٩٢٧) إلى أنَّ تعريف المفهوم يتم بواسطة نوعين من الإجراءات، فيزيائية وعقلية، وقد أكد برجمان على ذلك في مقالة "مقياس الزمن" الذى نشر عام (١٩٣٢) حيث يقول: إن "المعنى لأي مفهوم يجب أنْ يبحث عنه في الإجراءات سواء أكانت فيزيائية أم عقلية."[١] وفي عام (١٩٣٦) أصدر برجمان كتابه "طبيعة النظرية الفيزيائية" الذى أكد فيه على الإجراءات الرمزية في معالجة المفاهيم الرياضية والمنطقية وهي الإجراءات التي سماها بـ(إجراءات القلم والورقة) والتي تشمل إجراءات التجارب العقلية التصورية، وإجراءات المفاهيم الرياضية في الفيزياء النظرية، التي ليس لها علاقة مباشرة بعالم الخبرة والتجربة ومع ذلك يرى برجمان عدم وجود حد فاصل وقاطع تماماً بين هذين النوعين من الإجراءات بل إنهما متداخلان وأحدهما يُكمل الآخر. ويرى برجمان إنَّ فهم (لندساى) للإجرائية خاطىء وأكد في صفحة (١٢٣) عن مقاله "التحليل الإجرائي" الذي نشره عام (١٩٣٨) رداً على (لندساى) على ضرورة تصحيح وجهة النظر الخاطئة هذه ويقول في مكان آخر أنه "غالباً ما قد افترض انَّ المعيار الإجرائي للمعنى يتطلب من الإجراءت التي تعطى للمفهوم الفيزيائي معناه، أنَّها يجب أنْ تكون إجراءات أداتية، أعتقد أنَّ هذه وجهة نظر خاطئة على نحو واضح، حيث يظهر من الملاحظة البسيطة إنَّ الفيزيائيين يستخدمون مفاهيماً وبصورة مفيدة، وأنَّ معناها لا يمكن انْ يوجد في الإجراءات الأداتية للمختبر ولا يمكن أنْ ترد إلى مثل هذه الإجراءات من دون بقية، إنَّ جميع مفاهيم الفيزياء الرياضية أو النظرية هي من هذا النوع تقريباً."[٢]

ويرى (ارثر باب A. Pap) ضرورة وجود التعريف الإجرائي للمفاهيم، لكي تكون لها أهمية فيزيائية في التطبيق حيث يقول: إنَّ "حدود مثل "الطول"،

---

1) Bridgman, P. W.: Reflections, P. 269

2) Bridgeman, P. W.: N. S. C. P 8.

"الكتلة"، "الحرارة" ... إلخ غير قابلة للتعريف إجرائياً بقدر ما تدخل في صياغة رياضية للقوانين الفيزيائية ولكنها... يجب أنْ تكون قابلة للتعريف إجرائياً، إذا أريد ان يكون لها أية أهمية فيزيائية."(١)

ثانياً: انتقد (لندساى) القاعدة الإجرائية التي تقول: إنَّ تعريف المفهوم الواحد يتم بواسطة مجموعة واحدة من الإجراءات، بحيث إذا كان لدينا أكثر من مجموعة واحدة من الإجراءات فإنَّه سيكون لدينا أكثر من مفهوم واحد، ويرى (لندساى) أنَّ تعريف المفاهيم بهذه الطريقة وبصورة منعزلة يؤدي إلى إلغاء هدف العلم الفيزيائي الذى يرمي إلى تقديم وصف إقتصادي وبسيط للظواهر الطبيعية بواسطة الحد الأدنى من المفاهيم.(٢)

أي أنَّ شرط برجمان في المجموعة الوحيدة من الإجراءات المناظرة لكل مفهوم، يؤدي إلى التكثر في المفاهيم في حين يهدف علم الفيزياء إلى الاقتصاد في المفاهيم والبساطة في وصف الظواهر الطبيعية، ذلك لأنَّ عملية بناء وصياغة المفاهيم لا تتم بمعزل عن صياغة النظريات.

وفي نفس المحور يدور نقد (كارل همبل)، حيث يرى أنَّ قاعدة برجمان السابقة "قد تضطرنا إلى إقرار مجموعة من مفاهيم الطول ودرجات الحرارة وكل المفاهيم العلمية الأخرى التي لا يمكن التحكم فيها من الناحية العملية وحسب، بل إنَّها لا نهاية لها من الناحية النظرية، وإنَّ هذا العمل قد يقضي على واحد من الأغراض المبدئية للعلم، اعني التوصل إلى تفسير بسيط، للظواهر التجريبية موحدة فيه على هيئة نظام... وعلى نحو اوسع يمكن القول إنَّ المحتوى النسقي للمفاهيم في النظام المقتصد نظرياً هو أقوى من ذلك المحتوى للمفاهيم في نظرية أقل اقتصاداً بالنسبة لموضوع البحث ذاته، وهكذا فإن الاعتبارات الخاصة بالمحتوى التنظيمي تعارض بقوة الإكثار من المفاهيم."(٣) يرى برجمان أنَّ العلوم التجريبية ذات ميزة تقريبية وحسب، أي أنَّها ليست يقينية، وقد أوضح هذا في القسم الثاني من كتابه "منطق الفيزياء

---

1) Pap, A.: Are Physical Magnitudes OperationallyDefinable? In Churchman, C. W. and Retooh, Ph.:
Measuremen, Definition and Theories, John Wiley and Son's, New York, 1962, P. 177.
2) Lindsay, R. B.: Critique, P. 458.
3) Hempel, C. G.: Philosophy of Natural Science, Prentice-Hall, Inc., London, 1966, P. 94.

الحديثة" وبالتالي فإنَّ عمليات القياس في الفيزياء تكون تقريبية كذلك، وفيها مقدار معين من الخطأ، فإذا وجدت مجموعتان من الإجراءات لتحدد شيئاً واحداً فإن برجمان يرى أنَّ نتائج المجموعتين ليست متطابقة، ولذلك فهو يقول: إنَّ "موقفنا في الوقت الحاضر هو أنَّه ليس من المأمون أنْ نفترض إنَّ نتائج إجرائين هي نفسها ما لم نكن قد برهنا أنهما كذلك بواسطة التجربة."[١] ولكن نتائج التجربة نتائج تقريبية فقط وليست مضبوطة تماماً، لذلك يرى برجمان أنَّه إذا ما قررت التجربة تساوي نتائج مجموعتين من الإجراءات فإنَّه "يتوجب علينا أنْ نتخذ الموقف التالي، إنَّ نتائج مثل هذا البرهان التجريبي قد تكون عرضة للتنقيح عندما تزداد دقة تجاربنا ويتسع مداها."[٢]

فإذا افترضنا أنَّ قياس مسافة ما بواسطة قضيب القياس أو بواسطة حساب المثلثات يؤدي إلى نتيجة واحدة فإن دقة القياس قد تظهر في المستقبل اختلافات طفيفة بينهما، لذلك لا يمكن أنْ تتساوى مجموعتان من الإجراءات إلا في حدود معينة من الخطأ وكما يقول برجمان "إنَّ البرهان على أنَّ أعداد الطول المحصلة بواسطة إجراءات مختلفة هي نفسها يمكن أنْ يعطى فقط في حدود معينة من مقدار الفرق في الخطأ، مقرراً بواسطة الدقة الممكنة للقياس الفيزيائي في الوقت الحالي"[٣] ولذلك يؤكد برجمان على المجموعة الوحيدة من الإجراءات في تعريف المفهوم حيث يرى أنَّه من الناحية العملية ولتحاشي الخطأ، فإن " التعريف أو تحديد المعاني بلغة الإجراءات الوحيدة هو العمل المأمون فقط في الأوضاع الفيزيائية"[٤] حيث يمكن الإشارة إلى الطول الأول في مجال السرعات الاعتيادية (بالطول الملموس) والطول في مجال السرعات العالية جداً (بالطول الشعاعي) أو نشير للأول بالطول والثاني بالطول.

ويرى (شيلزنجر) أنَّ برجمان لا يقصد أنَّ قياس مفهوم معين بطريقتين في الظروف والشروط ذاتها يؤدي إلى وجود مفهومين، بل أنَّ برجمان اشترط

1) Bridgman, P. W.: O.A.P. 120.
2) Ibid: P. 122.
3) Bridgman, P.W.: The Operational Aspect of Meaning, In Reflections. P.125.
4) Ibid: P. 127

هذا في مجالات مختلفة كما في الطول في السرعات الاعتيادية والطول في مجال نظرية النسبية فالإجراءات هنا تختلف عن بعضها وكذلك تختلف المفاهيم. إما قياس درجة الحرارة بطريقتين فلا يعني وجود مفهومين للحرارة، لأنّ برجمان كان منطلقاً في مناقشته للمفاهيم من أثر نظرية النسبية واختلاف مفاهيمها عن المفاهيم المألوفة سابقاً، لذلك يرى (شليزنجر) أنّ "إجرائين مختلفين يشيران فقط إلى إمكانية اختلاف في طبيعة المفاهيم."(١) ويرى فايجل أنّ قول برجمان بأن الإجراءات المختلفة تمثل مفاهيم مختلفة هو قول مفيد في مجال المنهج العلمي، ونأخذ نتائج الإجراءين كشيء مسلم به إلى أنْ يظهر ما يناقضها."(٢)

ثالثا: يرى (لندساي) أنّ النظرية الفيزيائية تحتوي على أبنية نظرية خالصة وأنّ "الالتزام الدقيق بوجهة النظر الإجرائية سوف يضع هذه الأبنية النظرية خارج الحدود."(٣) أي خارج حدود الفيزياء، حيث إنّ النظرية الفيزيائية تقيم مفاهيم قابلة للتعريف إجرائيا إضافة إلى أبنية ومفاهيم نظرية تفيد في تكامل صياغة النظرية ووصف الظواهر، إلا أنّها لا تخضع للمعيار الإجرائي في تعريف المفاهيم بصورة مباشرة. وحول نفس المحور يدور نقد (كارل بوبرK.Popper) حيث يرى أنّ "الحدود الكلية، لا أمل في تعريفها إجرائيا."(٤) وكذلك نقد (همبل) الذي يرى أنّ الحدود النظرية و"الفرضيات غير قابلة للاختبار الإجرائي."(٥) ويرى (بنيامين) إنّه كان من المفترض أنْ يعترف برجمان بأهمية إجراءات التعميم (Generalization) وهي إجراءات عقلية، ذلك لأن الإجراء هو دائماً إجراء خاص ينجز في زمان معين ومكان محدد، ويرى أنّ وجهة النظر هذه تنطلق من كون التجريبي ينكر وجود الكليات التي هي تعميمات، وقد حاول (بنيامين) استغلال هذه الزاوية كثيراً،

---

1) Schlesinger, G.: P. W. Bridgman's Operational Analysis: The Differential Aspect, Brit. J. Phil. Sci., Vol 36, 1959, P. 304.
2) Feigl, H.: Operationism and Scientific Method P. 255.
3) Lindsay, R. B.: Critique, P. 458.
4) Popper, K.R: The Logic of Scientific Discovery, Science Editions, Inc., New York, 1961, P.441.
5) Hempel, C.G.: Aspects of Scientific Explanations, The Free Press, New York, 1970, P.125

فتوجه منها منتقداً للإجرائية مرة ومحاولاً التعديل فيها مرة آخر معترفاً بصعوبة المسألة، وبكون هذه الميزة تميز المذاهب التجريبية ككل.(١)

ويرى (مارجينو) أنَّ الإجرائية ليست الوسيلة الوحيدة لتعريف المفاهيم العلمية، حيث أنَّ التحليل يظهر بوضوح بأنَّها غير كافية لوحدها، لأن المفهوم الصحيح يجب أنْ يعود إلى نظرية مقنعة، وهذا لا يمكن أنْ يتم ما لم تكن النظرية متضمنة لتعريف شكلي (Formal) يربط المفهوم على نحو غير إجرائي بمفاهيم وحدود أخرى للنظرية ولكن يجب عليه أيضاً أنْ يكون قابل للتحقق تجريبياً، وهذا يتطلب ربطه بملاحظات بواسطة عمليات إجرائية. وهكذا يرى (مارجينو) أنه من الضروري أن يكون لأية كمية علمية قابلة للقياس تعريفان أحدهما شكلي والآخر أداتي، لكي تكون هذه الكمية مقبولة، ويرى ان الكثير من العلوم تفقد أهميتها أو تشل بسبب عدم إدراكها لهذه الميزه الازدواجية في عملية تعريف المفاهيم،(٢) والحقيقة أنَّ هذا هو موقف (مارجينو) وقد بقي ثابتاً عليه منذ الثلاثينات وحتى وآخر الخمسينيات ولم يغيره كما سيتوضح فيما بعد.

إنَّ النقد الذي قدمه (لندساي) والفلاسفه الآخرون مبني على الفهم الخاطئ للإجرائية بوصفها منهجاً يقتصر على تعريف المفاهيم بواسطة إجراءات فيزيائية فعلية والذى طرح في النقطة الأولى من النقد، وقد رد برجمان على القول: أنَّ الإجرائية لا تعرِّف الحدود والأبنية النظرية أو إنها تشترط على الفيزيائي ألا يستخدم الأبنية النظرية في تنظيره بقوله: "إنَّ الإختبار الأكثر سطحية لمايفعله الفيزيائيون عندما يضعون نظرياتهم، يُظهر أنَّهم يجدون في الواقع أن من المفيد جداً استخدام كل أنواع الأبنية غير المعرفة بواسطة إجراءات فيزيائية خالصة، وهذه الإجراءات غير الفيزيائية هي إجراءات رياضية أو منطقية وواضح بصورة خاصة في مجال الميكانيكا

---

1) Bemjamin, A.C.: Operationism-A critical Evaluation, P.442

وقارن كذلك كتابه " Operationism " الفصل الاخير صفحة (١٠٣)

2) Margenau, H.: Interpretations and Misinterpretations of Operationalism, In, V.S. Th, P.40.

وقارن كتابه " The Nature of Physical Reality "صفحة (243)

الموجية الحديثة أنَّ كثيراً من الأبنية هي من هذا النوع"[1] وهذه الإجراءات هي ما أسماها برجمان بإجراءات القلم والورق، بحيث يستطيع الفيزيائي استخدام الأبنية النظرية بوصفها مطابقة لهذا الإجراءات.

وقد نظر (فايجل) للإجرائية نظرة براجماتية من خلال فوائدها المتوقعة في المنهج العلمي، والعلوم التجريبية في الوقت الذي يرى فيه أنَّ للإجرائية مدى واسع قد يمتد ليشمل حتى العلوم الرياضية والمنطقية حيث يقول: "إنَّ اعتقادي الشخصي هو أنَّ شعار معركة الإجرائية يمكن أنْ يأخذ تأثيراته المفيدة المرتقية إذا كان معنى (إجرائي) محدداً فقط في مجال تطبيقة لتعريف المفاهيم التجريبية."[2] فالإجرائية تحقق فائدتها المبتغاه إذا طبقت معنى كلمة (إجرائي) على تعريف المفاهيم التجريبية فقط، ذلك لأن (فايجل) يرى أنَّ مشكلة صياغة المفاهيم في مجال المنطق والرياضيات هي مشكلة ذات ميزة مختلفة تماماً عن تلك التي للعلوم التجريبية وبالتالي فإنَّ شروط تحديد المعنى في العلوم الرياضية من خلال مماثلتها بالعلوم التجريبية، هي عملية تحول متهور ولا مبرر له، ويمكن القول على الأقل إنَّها عملية ذات قيمة مشكوك فيها -على نحو كبير.[3] ولهذا السبب يفضل (فايجل) تحديد وحصر الإجرائية في مجال العلوم التجريبية، بحيث لا تكون لها علاقه بالمنطق والرياضيات وإذا ما حاولت ذلك فيتوجب عليها في الحقيقة إدخال إجراءات حسابية خالصة في هذه التعريفات وهي الإجراءات التي سمّاها برجمان إجراءات القلم والورقة، ويسميها (فايجل) الإجراءات (الرياضية المنطقية)، ويشترط (فايجل) في هذه الإجراءات أنْ تشير إلى مفاهيم لها علاقة بالتجرية سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة.[4]

رابعا: إنَّ الإجرائية في ضوء فهم (لندساي) المطروح في النقطة الأولى، ستقوم بتحديد الفيزيائي النظري في المجال التجريبي البحت وبالتالي ستحدّ من قدرة العقل في عملية الإبداع الحر في مجال صياغة النظرية، ومن هذه

1) Bridgman, P.W: O.A.P 123
2) Feigl, H.: Operationism and Scientific Method, P.252.
3) Ibid.: P.252
4) Ibid.: P.252

الزاوية انتقد البعض فلسفة برجمان بأنَّها "إذا فُرضت على العلم فإنها من الممكن أنْ تعيق تطلعه الإبداعي."[1]

يرى برجمان أنَّ التجارب نوعان، تجارب متعلقة بالإجراءات الأداتية وهي التجارب المختبرية، وتجارب متعلقة بالإجراءات العقلية أو إجراءات القلم والورقة، وهذه التجارب "غالباً ما أشير إليها بوصفها تجارب عقلية، والتجربة العقلية الإصطلاحية للفيزيائي هي تجربة مثالية مجردة تتم بأدوات فيزيائية تصورية، تتجاهل في كثير من الحالات الحدود الفيزيائية التي هي من حيث المبدأ تجعل التجربة مستحيلة."[2] ومن الأمثله على ذلك التجربة التي أجراها آينشتاين في مناقشة مفهوم التزامن، أو لمناقشة تكافؤ كتلتي القصور الذاتي والجاذبية وكذلك تجارب نظرية الكم.[3] ويرى برجمان أنَّه في هذا المجال، مجال التجارب العقلية وإجراءاتها الرمزية، يمكن للفيزيائي النظري أنْ يبدع أفكاره الخاصة حيث يقول برجمان إن هذا العالم، أي عالم التجارب العقلية، هو الذي "يكون فيه الإبداع الحر ممكناً ومنفصلاً عن أي اتصال مباشر بالعالم الأداتي للمختبر."[4]

خامسا: "تحتوي النظرية الفيزيائية على حدود وأبنية نظرية ليس لها علاقة مباشرة بعالم الخبرة، وبالتالي إذا أردنا تعريفها فإنَّه "لا يمكن تعريفها على نحو مباشر بلغة إجراءات مختبرية"[5] حيث إنَّ النظرية تحتوي مبادئ أساسية وقوانين مشتقة وإنَّ هذه الاشتقاقات هي التي تكون قابلة للتحقق بواسطة اختبارات تجريبية لكنها ليست قابلة للقياس بأجمعها بصورة مباشرة.

وفي هذا المحور يدور نقد آينشتاين في رده على مقال كتبه برجمان بعنوان "نظريات آينشتاين ووجهة النظر الإجرائية" حيث يقول آينشتاين: "لكي نتمكن

1) Schlesinger, G.: Brigdman, P.W.Ency. Phil., Vol. 1, P.368.
2) Bridgman, P.W.: N.S.P.C.P.9
3) لمزيد من التفصيل حول التجارب العقلية التصورية او الخيالية واقسامها ودورها انظر:
Popper, K.: Logic of Scientific Discovery. P. 442 – 456.
4) Bridgman, P.W.: N.S.P.C.P.9-10.
5) Lindsay,R.B.: Critique, P. 458-459

من اعتبار نظرية ما بوصفها نظرية فيزيائية، فإنَّه من الضروري فقط أنْ تتضمن تأكيدات قابلة للاختبار على نحو تجريبي وبشكل عام."[1]

أما بالنسبه للإرتباط المباشر بالإجراءات الأداتية فإن المفاهيم النظرية لا تحققه، وقد أدرك برجمان هذه الصعوبة وحاول أنْ يعدل من موقفه بقوله "إنَّ إجراءات القلم والورقة بالنسبة للفيزيائي النظري، تكون في النهاية قابلة للاتصال، ولو بصورة غير مباشرة، بإجراءات أداتية."[2] ويوضح برجمان ما يعنيه بالإرتباط غير المباشر حيث يقول: "إنَّ ما قصدته بالإرتباط غير مباشر، هو الإرتباط من خلال المعادلات."[3]

وهكذا يحاول برجمان تعديل موقفه من خلال النقد الذي وُجِّه له، وذلك بجعل الإرتباط بين التعابير النظرية والإجراءات الأداتية ارتباطاً غير مباشر بحيث تُعرَّف المفاهيم النظرية على نحو ضمني من خلال اختبار اشتقاقات النظرية من صيغ ومعادلات. ويرى برجمان أنَّ هذا الإرتباط بالإجراءات الأداتية ضروري للفيزيائي لأنه "بهذه الطريقة فقط يستطيع الفيزيائي أنْ يحتفظ ببقاء قدمه على الأرض أو ينتج درجة معينة من الدقة لأن الاتصال بعالم الإجراءات الأداتية هو فقط الذي يقدم "الحقيقة" التي يقبلها الفيزيائي بوصفها وثيقة الصلة به"[4] حيث إنَّ الحديث عن المفاهيم هنا مرتبط بوجه خاص بالحديث عن النظرية الفيزيائية التي يتوجب عليها في النهاية أنْ تصف ظواهر تقع في مجال الخبرة الحية والعالم الأداتي للمختبر.

سادسا: نقد آخر وُجِّه للإجرائية، يرى أنَّ التعريفات الإجرائية تدور في حلقة مفرغة ويتمثل هذا في نقد (كارل بوبر) حيث يرى أنَّ جميع التعريفات الإجرائية هي تعريفات دائرية، وقد أوضح (بوبر) هذه الدائرية في مجال علاقة التعريف الإجرائي للطول بدرجة الحرارة، حيث يقول:

"ا - إنَّ التعريف الإجرائي للطول يتضمن تصحيحات الحرارة.

ب - إنَّ التعريف الإجرائي المعتاد للحراره يتضمن قياس الطول."[5]

---

1) Schilpp,P.A.: Albert Einstein: Philosopher Scientist, The Library oF Living Philosopher, U.S.A, 1970, P.679
2) Bridgman, P.W.: Reflections., P.165, and P.W.: N.S.P.C.P.10
3) Ibid., p.166
4) Bridgman, P. W.: N. S. P. C. P. 10.
5) Popper, K. R.: The Logic of Scientific Discovery, P. 440.

وحول المحور ذاته يدور نقد (كيمني) للتعريف الإجرائي في مجال تحديد الطول وعلاقته بدرجة الحرارة، حيث يرى (كيمني) وجود حلقة مفرغة في التعريف حيث أننا "نحاول تحديد الطول وعلينا في تطبيق هذا التحديد أنْ نأخذ بنظريات تحتاج هي نفسها إلى مفهوم الطول الذي لا يزال بحاجة إلى تحديد."[1] وكذلك النقد الذي وجهه (فيليب فرانك) حيث يقول أنَّه لا يمكننا "صياغة تعريف إجرائي للطول ما لم نكن قد كوّنّا في أذهاننا فكرة ما عن الطول."[2] ويرى (فرانك) أنَّ التعريفات الإجرائية "ترتبط إرتباطاً وثيقاً بمعرفتنا للقوانين الفيزيائية."[3] حيث إنَّ هذه القوانين تحتوي دائماً على مفاهيم جديدة، فالقوانين الفيزيائية في نظرية النسبية والتي ترى أنَّ الطول ينكمش باتجاه الحركة في مجال السرعات العالية جداً، تؤدي هذه القوانين إلى تغيير في التعريف الإجرائي للطول وهكذا.

ويرى (كال بوبر) إنَّ السبب الأساسي للدائرية في مثل هذا النوع من التعريفات، بسيطٌ جداً هو أنَّ التجارب المختبرية ليست مقنعة أو نهائية، ويجب أنْ تكون قبلة للاختبار بواسطة تجارب أخرى.[4]

نستنتج من ردود برجمان على الانتقادات السابقة أنَّ الفلسفة الإجرائية قد مرت بثلاث مراحل تطورية هي:

١ - مرحلة عام (١٩٢٧) حيث أصدر برجمان كتابه "منطق الفيزياء الحديثة" الذي أكد فيه على الإجراءات الفيزيائية وعمليات القياس في تعريف المفهوم، وعلى الرغم من ذكره للإجراءات العقلية في مجال الرياضيات إلاَّ أنَّ التأكيد كان منصباً على الإجراءات الأداتية المختبرية.

٢ - مرحلة عام (١٩٣٦) حيث أصدر برجمان كتابه "طبيعة النظرية الفيزيائية" أجرى فيه تعديلاً للإجرائية بإدخال إجراءات القلم والورقة لتعريف المفاهيم الرياضية والمنطقية، والتأكيد على التجارب العقلية والإبداع الحر للعقل خصوصاً في مجال الفيزياء النظرية.

---

1) كيمني، جون: الفليسوف والعلم، ص ١٩٣

2) Frank, Ph.: Philosophy of Science, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J. 1962., P.312.

3) Ibid.: P. 316

4) Popper, K. R.: Logic of Scientific Discovery, P. 440

٣ - مرحلة عام (١٩٥٠) حيث نشر برجمان محاضرات تحت عنوان "طبيعة بعض مفاهيمنا الفيزيائية" أكَّدَ فيها ضرورة ربط إجراءات القلم والورقة بالإجراءات الأداتية ولو بصورة غير مباشرة من خلال المعادلات.

٢٧ - يمكننا في ضوء الانتقادات السابقة أنْ نطرح سؤالاً محدداً هو: هل إنَّ جميع مفاهيم الفيزياء قابلة للقياس أو أنها من الضروري أنَّ تكون كذلك؟ وماذا أراد برجمان أن يحقق في فلسفته؟

والجواب، إنَّ ما أراده برجمان هو برنامج عمل، ويفضل برجمان أنْ تكون لكل مفهوم إجراءات معينة، لكن قد توجد مفاهيم ليس لها وحدات قياس، وهي جميع المفاهيم الرياضية والمنطقية، حيث تكون خالية من الوحدات القياسية، وكلما صعدنا في سلم التجربة نجد مفاهيماً رياضيةً لا يمكن تعريفها بإجراءات أداتية، كما ظهرت لبرجمان كذلك مشكله المنطق، لأنَّ قضايا المنطق، كما هو معروف، عبارةً عن تحصيل حاصل (Tautology)، النتائج فيها متضمنة في المقدمات وليس لها علاقة بالخبرة، فكيف يطبق برجمان برنامجه الإجرائي على المنطق؟

لقد اضطر برجمان هنا إلى ابتداع ما يسمى بإجراءات القلم والورقة، بوصفها إجراءات للرياضيات والمنطق، وقد طرح موقفه هذا بوضوح عام (١٩٣٦) في كتابه "طبيعة النظرية الفيزيائية."

نستنتج مما سبق أنَّ فلسفة برجمان الإجرائية ليست الا برنامج عمل فيزيائي يهدف إلى تخليص الفيزياء من المفاهيم الميتافيزيقية، وتقوم فلسفة برجمان على أسس يمكن تقسيمها إلى ثلاث مجاميع هي:

ا - مجموعة تتعلق بالمفاهيم وهي:

- اعتماد برجمان التجربة وخاصة التجربة المختبرية
- الإعتقاد أنَّ جميع مفاهيم العلم (باستثناء المنطق والرياضيات) لا بد وأنْ تكون متصلة بعالم المشاهدة والخبرة الحسية.
- إذا وجد مفهومٌ ليست له علاقة بالخبرة الحسية فهو إما مفهومٌ ثانويٌ يعتمد على مفاهيم أولية لها صلة بالخبرة الحسية أو هو مفهومٌ ميتافيزيقي ليس له معنى.

- يتفق برجمان مع الاتجاه التجريبي القائل إنَّ جميع المفاهيم الميتافيزيقية يجب أنْ تطرح خارج دائرة العلم.

ب - مجموعة تتعلق بالمبادئ وهي:

- يجب أنْ تكون المبادئ في أقل عدد ممكن.
- يجب أنْ تظهر في المبادئ مفاهيم أولية أو مفاهيم ثانوية سبق تعريفها بالمفاهيم الأولية.

ج - مجموعة تتعلق بالنظريات وهي:

- إنَّ النظرية العلمية تبدأ من مجموعة قليلة من المفاهيم الأساسية.
- ترتبط هذه المفاهيم بمبادئ عامة لتشكل مقدمات النظرية العلمية.
- يقوم الاستدلال الرياضي والرياضيات بترجمة النتائج التجريبية، وما يترتب على ذلك من استدلالات للحصول على نتائج جديدة.
- اختبار النتائج يكون عن طريق الإجراءات.
- أي تعريف يجب أنْ يكون إجرائياً أي يرتبط بعمليات تذكر فيها وحدات قياس معينة باستثناء مفاهيم الرياضيات والمنطق، حيث تعرف بواسطة إجراءات رمزية هي إجراءات القلم والورقة.

٢٨ - إن الفلسفة الإجرائية منذ ظهورها على يد برجمان عام (١٩٢٧) أثارت نقاشاً وجدلاً كثيراً في الأوساط العلمية والفلسفية على حد سواء، وعلى الرغم من الانتقادات العديدة التي وجهت إليها، فإنَّها استطاعت أنْ تؤثر في الفكر الفلسفي المعاصر، وأعني بالتحديد في مجال فلسفة العلوم، تأثيراً عميقاً كما استطاعت في الوقت نفسه أنْ تنتشر إلى مجالات حيوية أخرى وأنْ تؤثر فيها كذلك، وأهم المجالات التي أثرت فيها الإجرائية هي:

١ - في الفيزياء

٢ - في علم النفس

٣ - في علم الاجتماع

٤ - في مجال نقد إشارات أو الرموز اللغوية

٥ - في التيار السائد آنذاك في أمريكاوالذي يسمى بالحركة السيمانطيقية (Semantics)

ففي مجال الفيزياء أثر برجمان في كل من فيليب فرانك وفكتور لنتسن V. Lenzen وهنري مارجينوونورثرب وهربرت دنجل H. Dingle ولندساى على الرغم من انتقادات الأخير الكثيرة للإجرائية.

وفي مجال علم النفس أثر برجمان في كل من (سكنر F. Skinner) الذي يعد من ممثلي المدرسة السلوكية (Behaviorism) في علم النفس وأثر كذلك في (برات) الذي أصدر كتابه "منطق علم النفس الحديث The Logic of Modern Psychology" عام (١٩٣٩) مستوحياً عنوانه من عنوان كتاب برجمان "منطق الفيزياء الحديثة" والذي حاول فيه تقليد طريقة بحث برجمان للمفاهيم من وجهة نظر إجرائية ولكن في مجال علم النفس، وأثرت الإجرائية كذلك في (استيفنز) الذي يعد من أشهر ممثلي الإجرائية في علم النفس.

وقد أفادت الإجرائية كثيراً في علم النفس حيث أكدت على المفاهيم المرتبطة بالتجربة المختبرية والقياس ورفضت بذلك المفاهيم التي لا تخضع للقياس بوصفها مفاهيم غير علمية، كما رُفض نتيجة لذلك منهج الإستبطان (Introspection) وقد أولى برجمان عناية خاصة لبحث الإجرائية في علم النفس فشارك في الندوة التي عقدت عام (١٩٤٥) عن الإجرائية والتي حضرها كل من (سكنر) و (برات) كما خصص جزءاً كبيراً من كتابه "كينونة الأشياء" لبحث الإجرائية في مجال علم النفس.

إما في مجال علم الاجتماع فقد أثرت الإجرائية في كل من (دود S.C.Dodd) و(لندبرج G.A.Lundberg) و(تشابن F.S.Chapin) وقد خصص برجمان ما يقرب من ثلث كتابه "كينونة الأشياء" لبحث الإجرائية في مجال علم الاجتماع[1].

---

1) لمعرفة مدى تأثير إجرائية برجمان في الفيزياء المعاصرة وعلم النفس وعلم الإجتماع، انظر كتاب (بنيامين) Operationism الصفحات من (٤٢) وحتى (٦٣) وحيث يقدم شرحا وافيا بهذا الغرض مع ذكر كتب ومقالات كتبت في هذه المجالات من وجهة نظر إجرائية وكذلك كتاب برجمان W.TH.A. القسمين الاخرين.

أما في مجال نقد الرموز اللغوية، فيرى (آرنست ناجل E. Nagel) أنَّ اللغة مهما حاول الشخص أنْ ينقيها من العناصر غير الواضحة فإنها تتضمن دائماً تعابير غامضة أو غير واضحة يتطلب منها أنْ يأخذ الشخص بنظر الاعتبار فعاليات أولئك الذين يستخدمون اللغة، أي أنه من الخطأ أنْ تؤخذ اللغة خارج سياق الإجراءات الصريحة للشخص الذي يستخدمها، لذلك يقول (ناجل) "يبدو لي إنَّ التحليل الإجرائي لما تشير إليه اللغة هو الطريق الأكثر خصوصية في نقد التجريدات."[1]

أما فيما يتعلق بتأثيرات الإجرائية في السيمانطيقا، فأود أنْ أشير إلى أن السيمانطيقا (Semantics) هي جزء مما يسمى بالسيميوطيقا (Semiotics) والسيميوطيقا تعني نظرية الإشارات، سواء أكانت نظاماً يضم اللغة الاعتيادية وإشارتها أو يضم مجموعة الإشارات والرموز الصورية، كما في العلوم حيث تعتبر النظرية الفيزيائية مثلاً نظاماً من الرموز، وعلى هذا النظام أنْ يكون من التناسق الداخلي في تنظيم رموزه بحيث يحقق الغاية المرجوه منه في التعبير عن شيء له معنى، وإيصال هذا المعنى للآخرين.[2]
وتقسم السيميوطيقا إلى ثلاث اقسام هي:

١ - السنتاكس (Synatax) ويدرس بناء الرموز وتركيبها بغض النظر عن وظائفها وتفسيراتها كي يدرس الخصائص الشكلية للنظام.
٢ - السيمانطيقا (Semantic) وتدرس النظام بوصفه مجموعة إشارات أو رموز تعبر عن معان تشير إلى أشياء وهي بهذا تدرس المعنى.
٣ - البراجماطيقا (Pragmatic) وتدرس علاقة الرموز بالشخص الذي يستخدمها.

ويرى (فيليب فرانك) وجود حركة انتشرت في أمريكا في منتصف القرن العشرين انتشاراً واسعاً جداً، وخصوصاً بين الأساتذة سميت (بالحركة السيمانطيقية Semantic Movement)، ويرى (فرانك) أنّه يمكن أنْ يفهم من

---

1) Nagel, E.: Operational Analysis As an Instument for the Critique of Linguistic Signs. J. Phi. Vol 39, 1942, P. 189.

2) الدكتور ياسين خليل: منطق اللغة – نظرية عامة في التحليل اللغوي بغداد ١٩٦٢، ص٢٢.

السيمانطيقا نظرية للمعنى، أما (القواعد السيمانطيقية Semantic Rules) فيرى أنّها تعني التعريفات الإجرائية حيث يقول: "بالقواعد السيمانطيقية يمكن أنْ يفهم الشخص تقريباً ما أسماه برجمان (التعريفات الإجرائية) وهي الأقوال التي يعبر بها شخص ما عن الارتباط بين الكلمات المجرده للنظرية والوقائع القابلة للملاحظة لخبرتنا اليومية."[1]

ويرى (كرنبوم A. Grunbaum) أنّ في دراسة السيميوطيقا كنظام للإشارات أو الرموز كما في النظرية الفيزيائية مثلاً، فإنّه يجب ملاحظة أنّ البراجماطيقا تدرس العلاقة بين الرموز العلمية والشخص المستخدم لها، ولكن في دراسة منطق الفيزياء فإن الانتباه يجب ألاّ يركز على البرجماطيقا وحسب، بل على العلاقات بين النظرية الفيزيائية من جهة وما تشير إليه النظرية في حقل الطبيعة من جهة أخرى، وبهذا فإن منطق الفيزياء هو سيمانطيقا النظرية الفيزيائية ولكن (كرونبوم) يرى أنّ أطروحة برجمان تنص على أنّ التمييز بين البرجماطيقا والسيمانطيقا في هذا المجال هو تمييز غير شرعي ولا وجود له، أيّ إنّ السيمانطيقا جزء مناسب وحسب من البرجماطيقا[2] لذلك يرى (كرنبوم) أنّ الإجرائية يمكن أنْ تسهم بصورة مهمة في معرفتنا إذا ما فسرت بوصفها جزءاً من حقل محدد من البراجماطيقا وليس بوصفها منطقاً أو سيمانطيقا للفيزياء[3].

ونلاحظ وجود تقارب بين آراء (كرنبوم) وآراء (ناجل) المطروحه سابقاً مع الأخذ بنظر الاعتبار أنّ (ناجل) يجعل من التحليل الإجرائي وسيلة لمناقشة ونقد الرموز اللغوية من حيث علاقتها بالشخص الذي يستخدمها أي في مجال البرجماطيقا، كما أنّ (ناجل) يتحدث عن الإجرائية في مجال اللغة والرموز اللغوية أما (كرنبوم) فيتحدث عنها في مجال المفاهيم الفيزيائية.

1) Frank, Ph.: Relativity, Aricher Truth, Jonthen Cupe, London, 1951, P. 37.
ويذكر فرانك هنا كتب مهمة في السيمانطيقا.

2) Grunbaum, A.: Operationism and Relativity, In, V.S.Th. P. 84-85.
3) Ibid.: P. 92.

المصادر والمراجع

القسم الأول

مختصرات المصادر

Reflections = Reflections of A physicist.
V.S. Th. = Validation of Scientific Theories.
Ency. Phil. = Encyclopedia of Philosophy.
Ency. Brit. = The New Encyclopedia of Britannica.
J. Phil. = Journal of Philosophy.
Phil. Sci. = Philosophy of Science (Journal).
Brit. J. Phil. Sci. = British Journal for the Philosophy of Science.
Trans. = Translated.
Ed. = Edited.
Mass. = Massachusetts.

المصادر الاجنبية

كتب برجمان:

Bridgman, P.W.: The Logic of Modern Physics, The Macmillan Company, New York, 1954.
Bridgman, P.W.: The Nature of Physical Theory, John Wiley and Sons Inc., New York, 1964.
Bridgman, P.W.: The Nature of Some of our Physical Concepts, Philosophical Library, New York, 1952.
Bridgman, P.W.: The Nature of Thermodynamics, Peter Smith, Gloucester, Mass., 1969.
Bridgman, P.W.: The Physics of High Pressure, G. Bell and Son's Ltd., London, 1958.
Bridgman, P.W.: Reflections of A Physicist, Philosophical Library, New York, 1955.
Bridgman, P.W.: The Way Things Are, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1959.

مقالات برجمان:

Bridgman P.W.: On "Scientific Method" In Reflections.
Bridgman, P.W.: Operational Analysis, Phil. Sci., Vol. 5,1938.
Bridgman, P.W.: The Operational Aspect of Meaning, In Reflections.

Bridgman, P.W.: Quo Vadis،In Holton،G (Ed), Science and Modern Mind, Beacon Press, Boston, 1958.
Bridgman, P.W.: Remarks on the Present State of Operationalism, In Reflections.
Bridgman, P.W.: Science and Common Sense, In Reflections.
Bridgman, P.W.: Some General Principles of Operational Analysis, In Reflections.
Bridgman, P.W.: Some Implications of Recent Point of View in Physics, In Reflections.
Bridgman, P.W.: Some of the Broader Implications of Science, Physics Today, Vol. 10, 1957.
Bridgman, P.W.: The time Scale, In Reflections.

كتب:

Barnett, L.: the Universe and Dr. Einstein, Time Incorporated, New York, 1962.
Benjamin, A.C.: Operationism, Charles. O. Thomas, Springfield, Illinois, 1955.
Campbell, N.R.: Foundations of Science (Physics: The Elements), Dover Publications, New York, 1957.
Clifford, W. K.: Common Sense of the Exact Science, Dover Publications, New York, 1946.
Cohen, M. R. & Nagel, E.: An Introduction to Logic of Scientific Method, Routledge and Kegan Paul, Ltd., London, 1964.
Duhem. P.: The Aim and Structure of Physical Theory, Trans. by P.P. Wiener, Princeton, New Jersey, 1954.
Einstein, Albert: Relativity, the Special and the General Theory, Trans. by Lawson, R.W., Methuen and Co. Ltd., 1962.
Frank, Ph.: Philosophy of science, Prentice-Hall, Inc., Englewood, Cliffs, N.J., 1962.
Frank, Ph.: Relativity – A rigor Truth. Jonathan Cupe, London, 1951.
Frank, Ph.: (Ed.) The Validation of Scientific Theories, The Beacon Press, Boston, 1956.
Hempel, C. G.: Aspects of Scientific Explanation, The Free Press, New York, 1970.
Hempel, C. G.: Philosophy of Natural Sciences, Prentice-Hall, London, 1966.

Locke, J.: An Essay Concerning Human Understanding, (Ed) by A.S. Pringle-Pattison, The Clarendon Press, Oxford, 1960.
Mach, E.: The Science of Mechanics, Open Court, Illinois, 1960.
Margenau, H.: The Nature of Physical Reality, McGraw-Hill Books Company, New York, 1950.
Poincar'e, H.: Science and Hypothesis, Trans. by W.J.G., Dover Publications, New York, 1952.
Popper, K.R.: The Logic of Scientific Discovery, Science Edition, Inc., New York, 1961.
Rapoprt, A.: Operational Philosophy, International Society for General Semantics, San Francisco, 1969.
Reichenbach, H.: Philosophic Foundations of Quantum Mechanics, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1965.
Schilpp, P. A.: (Ed) Albert Einstein: Philosopher-Scientist, The Library of Living Philosophers, U.S.A. 1970.
Stallo, J. B.: Concepts and Theories of Modern Physics, (Ed) by. P.W. Bridgman, Cambridge, Mass, 1960.

مقالات:

المقالات الاجنبية

Benjamin, A. C.: Operation A critical Evaluation, J. Phil., Vol. 47, 1950.
Benjamin, A. G.: The Unholy Alliance of Positivism and Operationalism, J. Phil., Vol. 39, 1942.
Bergmann, G.: Sense and Nonsense in Operationism, In V.S. Th.
Boas, R. & Blumberg, A. E.: Some Remarks in Defense of the Operational Theory of Meaning, J. Phil., Vol. 28, 1931.
Bradily, R. S.: Bridgman, P. W., In Ency. Brit., Vol. 3.
Bures, C. E.: Operationism, Construction and Inference, J. phil., Vol. 37, 1940.
Carnap, R.: The Methodological Character of Theoretical Concept, In Minnesota Studies in the Philosophy of Science, (Ed) by Feigl, H. and M. Scriven, University of Minnesota Press, Minneapolis, Vol. 1, 1962.
Feigl. H.: Operationism and Scientific Method, Psychological Review, Vol. 52, 1945.
Graunbaum, A.: Operationism and Relativity. In V. S. Th.
Hesse, M. B.: Operational Definition and Analogy in Physical Theories, Brit. J. Phil. Sci., Vol. 2.

Kemble E. C. &Birch, F. & Holton, G.: Bridgman, Percy Williams. In The dictionary of Scientific Biography, Charles Scribnerr Son's, New York, 1970, Vol 2.
Lindsay, R. B.: Critique of Operationalism in Physios, Phil. Sci., Vol. 4, 1937.
Lindsay, R. B.: Operationalism in Physics. In V.S. Th.
Margenau, H.: Interpretations and Misinterpretations of Operationalism. In V.S. Th.
Margenau, H.: Methodology of Modern Physics. Phil. Sci., Vol. 2, 1935.
Nagel, E.: Operational Analysis as an Instrument for the Critique of Linguistic Signs, J. Phil., Vol. 39, 1942.
Newitt, D. M.: Percy Williams Bridgman, Biographical Memories of Fellows of Royal Society, London, Vol. 8, 1962.
Pap, A.: Are Physical Magnitudes Operationally Definable? In Churchman. C. W. and Ratoosh, Ph. (Ed). Measurement, Defections and theories, John Willey and Son's, New York, 1962.
Rossi-Landi, F.: Dingler, Hugo, Ency. Phil. Vol. 2.
Schlesinger, G.: Bridgman, Percy Williams, In Ency. Phil. Vol. 1.
Schlesinger, G.: P.W. Bridgman's Operational Analysis, The Differential Aspect, Brit. J. phil. Sci., Vol. 36, 1959.
Stevens, S. S.: On The Theory of Scales of Measurement, In Philosophy of Science, (Ed) by Danto, A. and S. Morgenbesser, Meridian Books, New York, 1960.

المصادر العربية

الكتب

آينشتين، البرت: النسبية، النظرية الخاصة والعامة، ترجمة رمسيس شحاته، دار نهضة مصر للطبع والنشر.
بارنت، لنكولن: العالم وانشيتين، ترجمة محمد عاطف البرقوقي، سلسلة اقرأ، دار المعارف بمصر، ١٩٥٥.
الجابري، محمد عابد: مدخل إلى فلسفة العلوم، الجزء الاول، تطور الفكر الرياضي والعقلانية المعاصرة، دار الطليعة، بيروت، ١٩٨٢.
ديوى، جون: المنطق، نظرية البحث، ترجمة زكي نجيب محمود، دار المعارف، مصر، ١٩٦٠.

رايشنباخ، هانز: نشاة الفلسفة العلمية، ترجمة فؤاد زكريا، الكاتب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٨.

سوير، و.و.: مدخل إلى الرياضيات، ترجمة اديب عبدالله، الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر، ١٩٧٠.

كامبيل، نورمان: ما العلم؟ ترجمة طارق عبد الهادي العاني، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٨١.

كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ترجمة امين الشريف، المؤسسة الوطنية للطباعة والنشر، بيروت، ١٩٦٥.

همبل، كارل: فلسفة العلوم الطبيعية، ترجمة جلال محمد موسى، دار الكتاب المصري، القاهرة، ١٩٧٦.

همفريز، رتشارد، ف. وروبرت بيرنجر: المبادىء الأساسية للفيزياء الذرية، ترجمة محمد امين عمر واخرون، دار المعارف، مصر، ١٩٦٢

ياسين، خليل: مقدمة في الفلسفة المعاصرة، منشورات الجامعة الليبية، ١٩٧٠.

ياسين، خليل: منطق المعرفة العلمية، منشورات الجامعة الليبية، ١٩٧١.

المقالات

ياسين، خليل: الطريقة البديهية في المنطق والرياضيات والفيزياء النظرية، مجلة كلية الاداب، العدد ٢١، المجلد الاول، ١٩٧٦ - ١٩٧٧.

ياسين، خليل: منطق اللغة - نظرية عامة في التحليل اللغوي، بغداد، ١٩٦٢.

القسم الثاني

نقد المفاهيم العلمية وفلسفة المعنى

الفصل الأول: نقد المفاهيم الميتافيزيقية في الفيزياء

تمهيد

١ . دور المذاهب الفلسفية في إحداث الغموض في المفاهيم

٢ . دور العلماء وفلاسفة العلم في تحليل ونقد هذه المفاهيم

المبحث الأول: الزمان المطلق

٣ . الفهم الفلسفي للزمان

٤ . التطورات العلمية في فهم الحركة والزمان عند غاليلو

٥ . فهم نيوتن للحركة والزمان المطلق

٦ . الزمان مفهوم نسبي

٧ . نقد مفهوم الزمان المطلق عند نيوتن من قِبَل ليبنتز ـ بيركلي ـ ماخ ـ آينشتاين

المبحث الثاني: المكان المطلق

٨ . الفهم الفلسفي للمكان: تصنيف الحسن بن الهيثم للآراء الفلسفية حول المكان إلى صنفين

٩ . فهم نيوتن للمكان المطلق

١٠ . المكان مفهوم نسبي: تقسيم آينشتاين للآراء حول المكان إلى قسمين، إغفال آينشتاين للرأي الثالث حول المكان

١١ . نقد مفهوم المكان المطلق عند نيوتن ـ رأي ديكارت في المكان، نقد ليبنتز للمكان المطلق، بيركلي، ماخ، آينشتاين

١٢ . ظهور الهندسات اللاإقليدية: ريمان، لوباتشفسكي، رأي بوانكاريه (الاصطلاحية) حول اختيار هندسة معينة

المبحث الثالث: القوة

١٣ . فهم أرسطو للقوة ـ نقد غاليلو لأرسطو ـ المعاني الغامضة والمتعددة لمفهوم القوة عند نيوتن في المبادئ والتعريفات

١٤ . نقد مفهوم القوة عند نيوتن، نقد بيركلي، نقد هاينريخ هيرتز لمفهوم القوة عند نيوتن

المبحث الرابع: الأثير

١٥ . الفهم الفلسفي للأثير ـ النظرية الموجية والنظرية الجسيمية للضوء

١٦ . نقد مفهوم الأثير، تجربة ميكلسون ـ مورلي، إسهام آينشتاين في التخلي عن فرض الأثير

نصوص فلسفية عن المفاهيم من:

نيوتن، آينشتاين، دي بروليه، برجمان، ابن الهيثم، ياسين خليل.

الفصل الثاني: مبدأ التحقق والأسئلة الخالية من المعنى

المبحث الأول: مبدأ التحقق في التجريبية المنطقية.

٢٣ . النشأة التاريخية للتجريبية المنطقية ـ أبرز أعضائها، أهدافها الفلسفية، الأصول الفلسفية التي استندت إليها

٢٤ . موقفها من قضايا الميتافيزيقا، ما المقصود بنقد الميتافيزيقا؟

٢٥ . مبدأ التحقق عند آير وكارناب

٢٦ . تعديل آير لموقفه عام ١٩٤٦، تمييز كارناب بين التحقق والتثبت

المبحث الثاني: التحقق في الفلسفة البراجماتية (نظرية المعنى والصدق)

٢٧ . النشأة التاريخية للفلسفة البراجماتية، أبرز من يمثلها، أهدافها الفلسفية، الأصول الفلسفية التي استندت إليها

٢٨ . براجماتية وليم جيمس، نقد برتراند رسل له

٢٩ . براجماتية جون ديوي

المبحث الثالث: المظهر الإجرائي للمعنى

٣٠ . النشأة التاريخية للفلسفة الإجرائية، برجمان بوصفه المؤسس، موقف الإجرائية من مشكلة المعنى، أسباب غموض المفاهيم، تحليل برجمان الفلسفي لعمل آينشتاين في معالجة المفاهيم الفيزيائية

٣١ . مناقشة برجمان للمعنى في مجال المفاهيم العلمية والحدود في عزلتها، إعطاء المعنى والوضوح يتم من خلال تعيين إجراءات معينة للمفهوم

٣٢ . موقف الإجرائية من الأسئلة العلمية الخالية من المعنى، موقف الإجرائية من مشكلات الميتافيزيقا، نقد بنيامين للإجرائية، نقد بنيامين

٣٣ . نقد برسوبوس للإجرائية، نقد برس وبوس

٣٤ . نقاط الشبه والاختلاف بين التجريبية المنطقية والفلسفة الإجرائية، نقاط الشبه والاختلاف بين البراجماتية والفلسفة الإجرائية.

المصادر والمراجع: الكتب الأجنبية، المقالات الأجنبية، المصادر العربية

مقدمة

نظراً للعلاقة الوثيقة بين العلم والفلسفة، فإن صياغة المفاهيم العلمية والفلسفية لم تكن بمنجى من تدخل وتأثير المذاهب الفلسفية، عقلية كانت أم تجريبية، حتى بلغت هذه التأثيرات ذروتها في بعض الكتب العلمية المعتمدة مثل كتاب نيوتن "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" فطرح نيوتن صياغات ميتافيزيقية لبعض المفاهيم مثل الزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة والأثير، مما جعل هذه المفاهيم عائقاً أمام تقدم العلم، وظهر نقد العلم لها في بداية القرن العشرين، فحاول العلماء وفلاسفة العلم أن يقدموا تحليلاً ونقداً وتوضيحاً لهذه المفاهيم مستخدمين في ذلك أدواتهم العلمية والمنطقية لكي يعيدوا بناء المفاهيم ويجددوا التجربة بمعزل عن التأثيرات الميتافيزيقية.

وذهب كثير منهم إلى حد وضع صياغة ومعيار للتحقق والتثبت من المفاهيم التي لا علاقة لها بالعلوم البرهانية والتجريبية لغرض اقصائها خارج حدود العلم، وقد تجلى هذا واضحاً في فلسفة التجريبية المنطقية. وأود الإشارة إلى أن بناء المفاهيم وتحليلها موضوع غير منفصل عن صياغة النظريات العلمية الذي سنناقشه فيما بعد.

الفصل الأول
نقد المفاهيم الميتافيزيقية في الفيزياء

تمهيد

١ - تعتبر مفاهيم الزمان والمكان والقوة والأثير من المفاهيم الأساسية في الفيزياء الكلاسيكية،[1] حيث لعبت هذه المفاهيم دوراً متميزاً في مسيرة العلم لتقدم تصوراً واضحاً وتفسيراً دقيقاً لبعض الظواهر التي تحدث في الكون. وقد استمدت هذه المفاهيم أهميتها من خلال مشاركتها في صياغة النظريات العلمية التي من المفروض فيها ان تفسر ظواهر الطبيعة على نحو دقيق، فهل كانت هذه المفاهيم تمتلك مثل هذا الوضوح كي تلعب الدور المقرر لها في النظرية الفيزيائية؟

إن الإجابة عن هذا السؤال تكون بالنفي، وذلك لأنَّ عملية صياغة وتشكيل هذه المفاهيم لم تكن محصورة في مجال العلم والتفكير العلمي وحسب، بل قامت كثير من المذاهب الفلسفية عبر التاريخ الفلسفي الطويل بمحاولة تقديم صياغة فلسفية للمفاهيم التي شاركت العلم في استخدامها، وقد انطلقت هذه المذاهب بالدرجة الأولى من خلال نظرتها الفلسفية ونظامها الميتافيزيقي ومن خلال محاولة تقديم تفسير شامل للكون له صفة الثبات واليقين.[2] وقد تم قديماً الفصل بين عالم سماوي ثابت وعالم أرضي

---

1) الفيزياء الكلاسيكية (classical physics): هي ذلك الجزء من الفيزياء الذي تطور قبل نظرية الكم ونظرية النسبية وهو بالتالي لا يتضمنهما وتتمثل الفيزياء الكلاسيكية في قوانين (نيوتن) للحركة، التي تعود للميكانيك الكلاسيكي وتحاول ان تفسر ظواهر الطبيعة تفسيرا ميكانيكيا، انظر:
Daintith, J.: Dictionary of Physics, Arnold Heineman,India,1984,P.31.

2) لمزيد من التفصيلات حول دور المذاهب الفلسفية في هذا الموضوع انظر: رايشنباخ، هانز: نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة فؤاد زكريا، دار الكتاب العربي للطباعة والنشر، القاهرة ١٩٦٨، ص٣٦، حيث يناقش الدور الذي لعبته المذاهب العقلية في صياغة هذه المفاهيم ويرى ان هذه المذاهب وان كانت تعتمد على الرياضيات إلا انها احدثت الكثير من الغموض لمفاهيم العلم بسبب اهمالها للتجربة.

متغير حسب الإعتقاد الإفلاطوني الذي أدى إلى الفصل بين ميكانيكا سماوية وأخرى أرضية في فلسفة أرسطو طاليس Aristotle (٣٨٤ ــ ٣٢٢ ق.م) وقد تم التمييز بين المادة المكونة لكل منهما، حيث يتكون عالم ما تحت فلك القمر من العناصر الأربعة، أما عالم ما فوق فلك القمر فإنَّه يتكون من مادة أثيرية مختلفة، وتم التمييز بين حركة كلا العالمين والقوة المؤثرة عليهما والتي غالباً ما اعتبرت العلة المؤثرة على الأشياء والمحركة لها، ونُظر للزمان والمكان بوصفهما يمتلكان كياناً منفصلاً عن جميع الأشياء الخارجية وحركتها، كما نُظر إلى كل منهما بوصفه حقيقة موضوعية مطلقة. وقد التزم فلاسفة العصر الوسيط بالآراء الطبيعية التي طرحت في فلسفة افلاطون (٤٢٩ ــ ٣٤٨ ق.م) وفلسفة (أرسطو)، ونُوقشت هذه المفاهيم من زوايا أخرى وارتبطت مباحثهم فيها باللاهوت مما جعلها أكثر غموضاً مما سبق.

إن الصياغة الميتافيزيقية التي طرحتها المذاهب الفلسفية لهذه المفاهيم لم تكن مجدية من الناحية العلمية، لأن هذه المذاهب لم تكن تعتمد في بحثها ونظرتها للكون منهجاً تجريبياً دقيقاً بل كانت تعتمد طريقة تأملية في النظر إلى الأشياء والطبيعة؛ حيث عملت المذاهب الفلسفية على الفصل بين المفاهيم الأساسية، وعلى سبيل المثال القول الأرسطي المعروف: أن الجسم لا يتحرك ما لم تؤثر عليه قوة ما، والقول بأن المادة احتاجت إلى دَفعة أو حركة أولية ثم استمرت بالحركة بعد ذلك.

إن جميع هذه الطروحات الفلسفية تؤدي بالنتيجة إلى القول بفصل المادة عن الحركة وفصل الزمان والمكان عن المادة المتحركة، وعلى الرغم من أن هذه الآراء ذات علاقة بالميتافيزيقا واللاهوت إلاّ أن خطورتها تكمن في كونها قد وجدت منفذاً إلى الفيزياء، وبهذا تكون الفيزياء الكلاسيكية قد فصلت هذه المفاهيم عن بعضها إلا أن آينشتاين أعاد إليها وحدتها وترابطها، كما سيتوضح فيما بعد.

بالإضافة إلى ذلك فإن المذاهب الفلسفية كانت تضع ثقتها في العقل وقدرته على تقديم تفسير شامل للظواهر وكانت مقابل ذلك تنظر إلى المعرفة

الحسية نظرة شك وريبة، بوصفها معرفة متغيرة وليست يقينية كما هو الحال في فلسفة افلاطون، وحتى المذاهب التي كانت تعطي أهمية للمعرفة الحسية فإنها كانت تعتمد التجربة البسيطة والملاحظات العابرة غير متخلية عن توقها لبناء ميتافيزيقا على أسس سليمة والتي كانت تعتبر آنذاك هدفاً للتفلسف.

لقد أثرت هذه الطريقة الفلسفية في البحث في صياغة المفاهيم العلمية ووسمتها بسمتها الفلسفية التأملية وأعطتها طابعاً شعرياً أكثر منه علمياً، وبقيت هذه السمة ميزة للعصور القديمة حتى العصر الحديث، حيث بقيت الفلسفة الطبيعية القديمة والوسيطة تحوي مفاهيم ميتافيزيقية غامضة كالزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة والأثير، كما أنَّ هذه المفاهيم لم تشكل خطراً على الفكر الفلسفي آنذاك، إلا أنَّ خطورتها بدأت تظهر بشكل واضح ومتزايد في القرنين السابع عشر والثامن عشر عندما أُدخلت هذه المفاهيم مع المفاهيم العلمية الميكانيكية للفيزياء الكلاسيكية في محاولة العلماء والفلاسفة تقديم نظام فلسفي شامل ومتكامل يفسّر كافة الظواهر الطبيعية، لكن مع مطلع العصر الحديث ظهر التأكيد على دور الطريقة التجريبية وأهميتها وفائدتها في دراسة الظواهر الفيزيائية، وظهر بعض المفكرين الذين غيروا من الاعتقادات الموروثة وقللوا من سطوتها على العقول، حيث استطاع كوبر نيكوس أن يستبدل نظرية مركزية الأرض، التي ترى بأن الارض هي مركز الكون، بنظرية تجعل الشمس هي المركز وأن جميع الكواكب تدور حولها بما فيها الأرض، ومع أن كبلر (١٥٧١ ـ ١٦٣٠) Kepler J. كان أميل إلى النظرة الصوفية من غيره من العلماء إلا أن اعتماده على الجداول الفلكية التي وضعها تيخوبراها (١٥٣٦ ـ ١٦٠١) Tycho Brahe إضافة إلى الملاحظات والمشاهدات الفلكية قادته إلى القول بأن الكواكب لا تدور حول الشمس بحركة دائرية تماماً، بل أن مساراتها حول الشمس مسارات بيضاوية أو إهليجية تقع الشمس في إحدى بؤرتيها وكان رأي كبلر هذا، كما يرى

برتراند رسل[1] تحطيماً للاعتقاد الفيثاغورثي القديم الذي يأخذ بالدليل الجمالي ويجعل من الدائرة أكمل الأشكال الهندسية ونموذجاً لحركات الكواكب دون الاستناد إلى ملاحظات ومشاهدات تجريبية.

وبهذا يكون كبلر قد أهمل السؤال الفلسفي القديم عن أي الحركات أكمل وأشرف، الحركة الدائرية أم الحركة المستقيمة؟ وتجاوزه إلى مجال تسجيل الملاحظات العلمية التجريبية.

كما أهمل غاليلو السؤال الميتافيزيقي عمّا هي علة الحركة، وهل هي علة مادية أم لا مادية؟ حيث اكتفى غاليلو في كتابه "العلمان الجديدان The Two New Sciences" بتقديم دراسة دقيقة للحركة وأنواعها، كالحركة المنتظمة وحركة الأجسام الساقطة أو المتسارعة تسارعاً طبيعياً وحركة الأجسام المقذوفة، ويرى أن الحركة تكون منتظمة عندما تحتاج أزمنة متساوية لقطع مسافات متساوية.[2] كما أن تجربته المشهورة في سقوط الأجسام تظهر خطأ الرأي الارسطي القائل أنّ الأجسام الأثقل تسقط بسرعة أكبر، وأكد غاليلو دور الرياضيات في دراسة وفهم الطبيعة. ومن هنا كان منهج غاليلو يعتمد التجربة والرياضيات في آن واحد، ذلك الشيء الذي لم يستطع العلم ولا الفلسفة تحقيقه حتى عصر غاليلو، حيث اعتمد غاليلو المنهج الاستدلالي – الافتراضي Hypothetical Deductive Method الذي تكون فيه التجربة رصيداً استقرائياً لصياغة الفرض ومعياراً قاطعاً للتحقق من صحته.

٢ ـ لقد وجدت هذه الأفكار العلمية أفضل صياغة لها في واحد من أهم الكتب التي ظهرت في تاريخ العلم وهو كتاب "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية Mathematical Principles of Natural Philosophy" والذي كتبه اسحق نيوتن ونشره عام (١٦٨٧)، حيث استفاد نيوتن كثيراً من أبحاث كبلر وغاليلو فقدم في بداية كتابه (المبادئ) تعاريفات للمفاهيم الفيزيائية التي

---

1) انظر: رسل، برتراند: تاريخ الفلسفة الغربية، الكتاب الثالث، ترجمة محمد فتحي الشنيطي، الهيئة المصرية للكتاب، ١٩٧٧، ص ٦٥

2) Galileo, G.: Two New Sciences. Trans. By Stillman Drake, The University of Wiseonisn Press,1974, P.148.

سوف يستخدمها في النظرية وعددها ثمانية تعريفات وهي أقرب ما تكون إلى التعريفات القاموسية والتوضيحات لمعاني هذه المفاهيم، مثل تعريف الكتلة أو كمية المادة، كما يسميها نيوتن، وتعريف لكمية الحركة وللقوة الكامنة والقوة المؤثرة والقوة الجاذبة المركزية، ثم يقدم في التعريف السادس والسابع والثامن تعريفات يعتبر كل منها مقداراً للقوة الجاذبة المركزية التي طرحها في التعريف الخامس. وسأتناول معظم هذه التعريفات بالتحليل فيما بعد.

لقد استفاد نيوتن من هذه المفاهيم في صياغة المبادئ الأساسية للفيزياء أو كما يسميها بديهيات أو قوانين الحركة وهي ثلاث قوانين سأناقشها في هذا الفصل بالتفصيل، ومن الغريب فعلاً أن نجد في هذا التأليف العلمي صياغة فلسفية غامضة لبعض المفاهيم، حيث أضاف نيوتن بعد التعريف الثامن حاشية يعرّف فيها كل من: الزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة تعريفاً لا يخرج في معناه عن ذلك التعريف الذي طرحه الفلاسفة، حيث اعتبر نيوتن الزمان المطلق عبارة عن سيل يملأ الكون دون ان تكون له علاقة بالأشياء الخارجية وكذلك اعتبر المكان المطلق مكانا ساكناً على نحو مطلق وليس له علاقة بالأجسام.

كانت الفلسفة المدرسية التي تعتمد تعاليم أرسطو سائدة وبشكل مطلق حتى عصر نيوتن تدعمها في ذلك سلطة الكنيسة. أما المفكرون الذين كانت لهم الجرأة على مناقشة أفكار أرسطو ومحاولة تفنيدها بالاستناد إلى الملاحظات التجريبية فهم قلة قليلة وعلى رأسهم غاليلو. وهكذا سيطرت في تاريخ العلم كثير من الأفكار لا بفضل سندها التجريبي ولكن بسبب من نفوذ وانتشار آراء المفكر الذي يمثلها، فقد بقيت، على سبيل المثال، نظرية اريستارخورس الساموسي Aristarchus of Samos (حوالي ٣٢٠ ـ ٢٥٠ ق.م) التي ترى أن الشمس، وليس الأرض، هي مركز الكون، منسية قرابة ألف وسبعمائة عام، أي حتى مجيء كوبر نيكوس؛ وذلك بسبب من قوة ونفوذ أرسطو وآرائه في مركزية الأرض التي أكدتها آراء بطليموس C. Ptolemy

(حوالي ١٥٠ ب.م) إضافة إلى ما ورد في الكتاب المقدس من تأكيد على مركزية الانسان وأهميته قياساً إلى الكائنات الأخرى.

لقد شارك كثير من الفلاسفة نيوتن هذه النظرية الفلسفية للمفاهيم حتى أخذ هذا الفهم صورة فلسفية محكمة في فلسفة (كانت) الذي حاول أن يسحب مفهومي الزمان والمكان من الطبيعة ليضعهما في العقل بوصفهما شكلين ذاتيين للمعرفة يتمكن الإنسان بواسطتهما من إدراك الظواهر وتنظيمها، ومع هذا فقد كان لبعض الفلاسفة آراء أخرى تختلف عن رأي نيوتن بل وتنتقده كما سنجد أثناء مناقشة كل من ديكارت وليبتنز وبيركلي G.Berkeley (١٦٨٥ ــ ١٧٦٣) وآرنست ماخ في مجال نقد مفاهيم نيوتن، هذه الانتقادات التي أخذت صيغة علمية واضحة في فلسفة برجمان الإجرائية.

لقد حاول نيوتن أنْ يفسر جميع الظواهر الطبيعية على أساس بديهيات الحركات الثلاث إضافة إلى قانون الجذب العام، لكن نظرية نيوتن الميكانيكية عجزت عن تقديم وصف علمي دقيق للظواهر الجديدة في أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين والتي ظهرت نتيجة للتطورات العلمية والبحث في بنية الذرة وتركيبها وتطور أجهزة القياس والأدوات المستخدمة في ذلك، مما جعل الحاشية، التي وضع (نيوتن) فيها تعريفه لهذه المفاهيم، تعد من أخصب ما كتب في تاريخ العلوم الطبيعية لا لفائدتها المباشرة في تفسير الظواهر الطبيعية المختلفة وإنَّما لكونها أصبحت فيما بعدموضوعاً للنقاش والنقد من قبل العلماء وفلاسفة العلم على حد سواء حيث أصبح هذا النقد أساساً مباشراً لرفض مفاهيم معينة وادخال مفاهيم جديدة بدلاً منها وبناء نظريات فيزيائية جديدة تقدم وصفاً للظواهر الطبيعية أفضل مما تقدمه نظرية نيوتن الميكانيكية. وهكذا لم تبق هذه المفاهيم على حالها كما طرحت من قبل نيوتن بل تعرضت لانتقادات وتنقيحات عديدة. لقد لاحظ الفيزيائيون نتيجة لاعتماد الفيزياء على القياس والرياضيات أن بعض هذه المفاهيم لا يمكن تعريفه بالشكل الذي تعرّف به المفاهيم الفيزيائية الأخرى

كالسرعة والتعجيل والتي يمكن تحديدها بوضوح بواسطة استخدام وحدات القياس وربطها بالتجربة، حيث لا يمكننا قط قياس الأثير بالتجربة، وقد أظهرت تجربة ميكلسون ـ مورلي (Michelson - Morley) صعوبات القول بهذا الفرض الميتافيزقي الغامض، كما أننا لا نستطيع تحديد الزمان المطلق والمكان المطلق باستخدام وحدات قياسية معينة، وقد قدم آرنست ماخ في كتابه (علم الميكانيك) نقدا مهما لمفاهيم الزمان والمكان والكتلة والحركة كما طرحها نيوتن، حيث تناول ماخ بالتفنيد فكرة كون هذه المفاهيم مطلقة مؤكداً بذلك نسبيتها، كما أكد هنري بوانكاريه كذلك نسبية مفاهيم الزمان والمكان، وحيث ساعد في ذلك ظهور الهندسات اللاإقليدية (Non - Euclidean Geometries) في بداية القرن التاسع عشر على يد كل من ريمان B.Riemann (١٨٢٦ ـ ١٨٦٦) ولوباتشفسكي N.I. Lobachevski (١٧٩٣ ـ ١٨٥٦) والتي طرحت إمكانية وضع تصورات أخرى عن المكان تختلف عن ذلك التصور الإقليدي الذي اعتقد الفيلسوف عمانوئيل كانت أنّه التصور الوحيد للكون والمفروض على عقولنا.

أما مفهوم القوة عند نيوتن فإن السبب الوحيد في رفضه من قبل هاينريخ هيرتز H. Hertz (١٨٥٧ ـ ١٨٩٤) هو غموضه، وغياب الوضوح المنطقي والتجريبي لهذا المفهوم، لأن نيوتن قد أعطى لمفهوم القوة تعريفات متعددة متضاربة جعلت لهذا المفهوم معان عدة مما يؤدي بالتالي إلى الارباك والتشوش في استخدامه مما يتعارض مع منطق البحث العلمي وبناء النظريات واشتراطها أن تكون للمفاهيم تعريفات محددة.

ونظراً لأهمية هذه المفاهيم والدور الذي تلعبه في بناء النظريات العلمية فقد أعيد النظر فيها على نحو دقيق في بداية القرن العشرين وفي ضوء الإنجازات العلمية الحديثة التي حققتها كل من نظرية الكم ونظرية النسبية والتي استطاع برجمان وبعض الفلاسفة المعاصرين أن يبلوروا منها موقفاً فلسفياً لمواجهة الأوضاع القديمة التي أصبحت عقبة في سبيل تقدم العلم.

وهكذا فإذا كانت الفلسفة قد أقحمت نفسها في مفاهيم الفيزياء وسببت لها بعض الغموض فإنها عادت في بداية القرن العشرين لتكفر عن خطيئتها تلك ولتمارس دوراً نقدياً تحليلياً في محاولة منها لتخليص هذه المفاهيم من غموضها، وسأناقش في هذا الفصل الأزمة التي مرت بها الفيزياء الكلاسيكية بمفاهيمها الأساسية والدور الذي مارسه الفيزيائيون وفلاسفة العلم في نقد هذه المفاهيم وبالتالي رفضها من الفيزياء رفضاً نهائياً.

المبحث الأول: الزمان المطلق

"المكان بذاته والزمان بذاته حكم عليها أن يتلاشيا إلى ظلال وأن نوعا من الوحدة بين الاثنين سوف تتخذ كحقيقة مستقلة."

(منكوفسكي) ٢١ - ايلول - ١٩٠٨

٣ - ميز نيوتن بين الزمان المطلق والزمان النسبي فى كتابه (المبادئ) حيث يرى أن الزمان المطلق هو الزمان الحقيقي ويعرفه بقوله: " الزمان المطلق، الرياضي والحقيقي، بذاته وبحكم طبيعته ينساب بانتظام دون أن تكون له علاقه بأي شي خارجي وبتسمية أخرى يدعى الديمومة."[1] وقد شارك نيوتن فى هذا التعريف للزمان المطلق عدد كبير من الفلاسفة بل كل الفلاسفة الميتافيزيقين، حيث نظروا إلى الزمان بوصفة كياناً مستقلاً يمتلك حقيقة موضوعية. وقد اختلفت معالجة الفلاسفة للزمان منذ القدم باختلاف فلسفاتهم واختلاف نظرتهم للوجود بصورة عامة. فقد اعتمد افلاطون الرياضيات للوصول إلى عالم المثل التي لا تتغير ولم تكن للأفكار الرياضية علاقة بالمحسوسات؛ فالهندسة مثلاً لم تكن لها علاقة بالمشاهدات الحسية وانتقد افلاطون من يدرس هذه العلوم لغاياتها العملية،[2] فابتعد بذلك عن المعطيات الحسية مبرراً ذلك بعدم دقتها مما جعل مفهوم الزمان عنده مرتبطاً بتصورات ميتافيزيقية لها علاقة بعالم المثل وبالإله الصانع وبوجود النفس وحركة الكواكب فالإله الصانع عند افلاطون صنع العالم من مادة مضطربة مشوشة فنقلها من الفوضى إلى النظام، منظماً بذلك المادة المضطربة طبقاً لأشكال هندسية أزلية خالدة هى المثل التي تكون فى حالة سكون تام وأعطى الكواكب حركة دائرية لكمال وجمال شكل الدائرة. ومع وجود حركة الفلك وُجد الزمان حيث يقول افلاطون: و" الزمن حدث مع

---

1) Newton, I.: Mathematical Principles of Natural Philosophy, P.6.

2) انظر، افلاطون: الجمهورية، ترجمة حنا خباز، دار الأندلس، بيروت، حيث يناقش افلاطون هذا الموضوع في الكتاب السابع وخصوصا الصفحات ٣٢٢ - ٣٣٣.

الفلك"[1] لكن العالم فى حالة حركة وتغير مستمرين والزمان ما هو إلا مظهر لهذا التغير أي أنَّ افلاطون قد ربط بين الزمان وبين العالم ككل، كما أنَّ هنالك مشكلة عند افلاطون تتعلق بزمن الإله الصانع وعالم المثل أو ما يسمى بالزمان الإلهي قبل وجود العالم لذلك فقد كان أرسطو أكثر دقة من افلاطون فى بحث مفهوم الزمان حيث انطلق أرسطو من التجارب البسيطة ملاحظاً ظاهرة التغير والحركة فى الطبيعية وأدرك العلاقة الوثيقة ما بين الحركة والزمان وقد تصور (أرسطو) الزمان منقسماً إلى ماض وحاضر ومستقبل نستطيع بواسطته قياس الحركة وَعَرَّفه بقوله إنَّه "عدد الحركة من قبل المتقدم والمتأخر"[2] وقد ميز أرسطو بين حركة مستقيمة للأجسام الطبيعية الأرضية وحركة دائرية للأجسام السماوية والأفلاك، ورأى أنَّ مثل هذه الحركة الدائرية المتصلة نجدها فى الفلك الأقصى الذي يحوي النجوم الثابتة، وبالتالي فإن الزمن الذي نقيس به هذه الحركة يجب أنْ يكون مقداراً متصلاً أو زمناً متصلاً[3] لا يتكون من أنات منفصلة، وقد كان رأي (أرسطو) هذا رداً على آراء المدرسة الإيلية، التى نفت فكرة وجود زمانٍ مستمرٍ متصلٍ من خلال رفضها للحركة، حيث نظرت إلى الوجود باعتباره وجوداً ثابتاً لا يتغير وبالتالي لا حركة فيه أما التغير والحركة فى العالم الخارجى فهي عمليات ظاهرية غير حقيقة، وإنَّ السهم حسب حجة زينون Zeno of Elea (حوالى ٤٩٠ - ٤٣٠ ق.م) وهو المدافع عن أفكار بارمينيدس Parmenides (حوالى ٥٣٩ ق.م) مؤسس المدرسة الإيلية، إنَّ السهم إذا انطلق من نقطة إلى أخرى فإنه ثابت لا يتحرك، لأنَّ السهم يوجد دائماً فى آن فهو ثابت غير

---

1) افلاطون: طيماوس، ترجمة الأب فؤاد جرجي بربارة، منشورات وزارة الثقافة والإرشاد القومي، دمشق ١٩٦٨، ص٢٢٩ وقارن

Cornford, F.M.: Plato's Cosmology. London, P.103.

2) ارسطوطاليس: الطبيعة، ترجمة اسحاق بن حنين، نشرة بدوى، الدار القومية للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٤، ج١، ص٤٢٠، وقارن كذلك:

Aristotle: Physica, Trans.By R.P. Hardie and R.K Gaye, In the Works of Aristotle (Ed.) W.D.Ross Oxford,1962,Vol.II,P.219b.

3) المصدر السابق – مناقشة ارسطو للمقدار المتصل، ص ٤١٨، وقارن Aristotle: Physica, Vol.II, P.219 a.

متحرك، وبهذا ينكر زينون الحركة، وإذا انتفى وجود حركة مستمرة انتفى وجود زمان متصل،[1] وبالتالي فالزمان حسب المدرسة الإيلية يتكون من أنات منفصلة.

إنَّ أرسطو على الرغم من مناقشته للزمان من خلال علاقته بالحركة، إلا أنَّه قد انتقل فى مباحثه من الطبيعة إلى ما بعد الطبيعة، وربط الحركة بالعلة المحركة، حيث يرى أنَّ كلَّ ما يتحرك يتحرك بتأثير علة خارجية عليه، و إنَّ الزمان هو شي ما يشتمل على جميع الأشياء حيث يقول: "يجب ضرورة أنْ تكون جميع الأشياء الموجودة في زمان، فالزمان يشتمل عليها، كسائر الأمور التي تكون موجودة في شيء، كما يشتمل المكان على التي فى المكان."[2]

إنَّ المناقشة لمفهوم الزمان أصبحت فى العصر الوسيط أكثر تعلقاً بالميتافيزيقا، حيث ارتبط الزمان بالمباحث اللاهوتية وبالإله الخالق وبخلق العالم، وبمشكلة القدم والحدوث، التى لا يمكن للعلوم الطبيعية أنْ تبتّ فيها بجواب شاف، وقد انصبت معظم محاولات الفلاسفة على التوفيق بين الدين والفلسفة وسيطرت تعاليم أرسطو الطبيعية (وطيماوس) (أفلاطون) ونظرية (بطليموس) حتى القرن السادس عشر سيطرة تامة، وبقى الإعتقاد بالزمان المطلق سائداً بين العلماء والفلاسفة، ونجد فى القرن الثامن عشر صياغة فلسفية محكمة قدمها عمانوئيل كانت تعتمد اعتماداً أساسياً على فيزياء نيوتن، وعلى وجه أدق تقوم على فهم نيوتن الفيزيائي للزمان والمكان والسببية حيث يرى (كانت) أنَّ الزمان ليس مفهوماً تجريبياً أو مستمداً من التجربة، ولا هو نظام لعلاقات الأشياء فى التتابع، بل هو إطار قبلي يوجد فى الذهن، نستطيع بواسطته تنظيم معارفنا الحسية، وبالتالي فهو شرطٌ منطقيٌ ضروريٌ للمعرفة.[3]

---

1) حول آراء الفلاسفة قبل سقراط انظر:

Burnet, J.: Early Greek Philosophy, Meridian Books, New York,1964, P.318.

حيث يقدم هيرقليطس حوالي (٥٤٤ - ٤٨٣ ق.م) Heraclitus أفكارا تمثل نقيض الأفكار المدرسة الايلية لانه يرى في التغير عملية أساسية في الوجود الذي هو في حالة صيرورة مستمرة ولهذا فان الزمان يعد في فلسفته مفهوما اساسيا لحساب هذا التغير.

2) ارسطوطاليس، الطبيعة ج١، ص ٤٥٥.

3) Kant, I.: Critique of Pure Reason, Trans. By N.K.Smith, Macmillan, London 1956. 74-75.

٤ - إنَّ التطورات التى حدثت منذ القرن السادس عشر فى علمي الفلك والديناميك جعلت المفاهيم الفيزيائية تتخلص تدريجياً من التاملأت الفلسفية وعقائد القرون الوسطى، متجهة نحو الاقتراب من الدقة العلمية، وذلك باعتمادها الإختبار التجريبي، فقد وجد كوبرنيكوس فى نظرية مركزية الشمس وصفاً أدق لحركات الأجرام السماوية وأبسط مما تقدمه نظرية بطليموس، التى تجعل من الأرض جرماً ثابتاً لا يتحرك طبقاً لاعتقادات قديمة دعمها (أرسطو) فلسفياً فيما بعد؛ حيث يرى (أرسطو) أنَّ العالم يتكون من العناصر الأربعة: التراب، الماء، الهواء، والنار، والتى تختلف عن بعضها باختلاف وجود الكيفيات الأربع فيها وهي الحرارة والبرودة والرطوبة واليبوسة وأنَّ اتحاد اثنين من هذه الكيفيات يجعل عنصراً ما أثقل أو أخف من الآخر، ونتجة لذلك فإن الجسم الثقيل يتحرك إلى تحت نحو الأسفل والجسم الخفيف يتحرك نحو الأعلى، وكل جسم يبحث عن مكانه الطبيعي، والأرض بما أنَّها تتكون من التراب أثقل العناصر فإنهاستكون ثابتة "ساكنة لا تتحرك إلى الوسط ولا خارجاً من الوسط،"[1] وقد دعمت المعتقدات الدينية فى العصر الوسط، القول بثبات الأرض وسكونها، إلا أنَّ كوبرنيكوس رأى فى حركتها حركة يومية حول نفسها وحركة سنوية حول الشمس فرضاً أبسط في حساباته الرياضية وأكثر جمالاً من الفرض القديم. كما أنَّ الإسهام فى مجال علم الحركة جاء أيضاً من قبل (غاليلو) الذي اهتم بوجه خاص بمشكلة الحركة فى العالم الخارجى، ويرى أنَّ الأجسام الساقطة التى تعانى تسارعاً معيناً فى سقوطها كانت موضوعاً قديماً إلا أنَّ أحداً لم يضع القانون الذي يحكمها، فاهتم (غاليلو) بوصف حركة الأجسام وسقوطها مبتعداً عن الآراء السائدة فى عصره؛ التي تعتمد أفكار أرسطو الذي يرى أنَّ الجسم فى سقوطه يبحث عن مكانه الطبيعى وما يترتب عليه من القول إنَّ الجسم الثقيل

---

1) أرسطوطاليس: في السماء والآثار العلوية - ترجمة: يحي بن البطريق - تحقيق بدوى عبد الرحمن، مكتبة النهضة المصرية - القاهرة، ١٩٦١، ص٢٩٦. وقارن الترجمة الإنجليزية:

Aristotle: De Caelo, Trans. By J.L. Stocks. In the Works of Aristotle. (Ed) W. D. Ross, Oxford, *1962*, Vol.*II*. *P.296b*.

يسقط بسرعة أكبر من تلك التى يسقط بها الجسم الخفيف ألا إنَّ تجربة (غاليلو) على الأجسام الساقطة ذات الأوزان المختلفة قد أثبتت خطأ هذا الرأي، وأكدت أنَّ الأجسام تسقط بسرعة واحدة لولا وجود بعض العوامل المؤثرة على سرعتها مثل مقاومة الهواء، وركز غاليلو على دراسة تسارع هذه الأجسام في حالة سقوطها، وذلك من خلال دراسة العلاقة الوثيقة ما بين الزمن والمسافة حيث يرى أنَّ فهم هذه الحركة لا يتم إلا بفهم "العلاقة الوثيقة ما بين الزمن والحركة."[1] فإذا كانت الحركة المنتظمة لجسم ما تعني أنَّ ذلك الجسم يقطع مسافات متساوية في أزمنة متساوية فإنَّ الحركة المتسارعة يمكن فهمها عن طريق تقسيم الزمن إلى فترات منتظمة نقيس بواسطة كل منها مقدار التسارع، ففي حالة سقوط جسم ما فإن تسارعه يزداد بانتظام كلما اقترب من الأرض حيث إنَّ سرعته فى الفترة الأولى أقل من سرعته فى الفترة الزمنية الثانية وهكذا تكون السرعة متناسبة مع الزمن ويصبح الزمان مقولةً ضروريةً فى علمي الفلك والديناميكا.

والسؤال الذي يُطرح الآن هو: إذا كان قد تحقق فى زمن (نيوتن) مثل هذا التطور العلمي الملحوظ فى مناقشة مفهوم الزمان وربطه بالحركة والأشياء المتحركة، فما الذي دفع نيوتن إلى القول بالزمان المطلق؟

٥ – إنَّ قول (نيوتن) بالزمان المطلق مبنى على فهمه للحركة، فقد ميز نيوتن بين نوعين من الحركة: حركة نسبية، وتعنى انتقال الجسم من موضع لآخر، وحركة مطلقة تتميز عن الحركة النسبية بوصفها "غير محدثة ولا متغيرة لكن الجسم يتحرك بواسطة بعض القوى المؤثرة عليهاأما الحركة النسبية فيمكن أنْ تحدث أو تتغير دون أية قوة مؤثرة على الجسم."[2] فالقوة المؤثرة التى تحرك السفينة تحرك فى الوقت نفسه الشخص الجالس فيها حركة نسبية بالنسبة للشاطئ مع حركة السفينة ككل.

أما القوة التى تُحدثُ الحركة المطلقة فيرى نيوتن أنَّها القوة الطاردة عن المركز فى حالة الحركة الدائرية، وقد حاول (نيوتن) أنْ يقدم برهاناً تجريبياً

1) Galileo, G: Two New Sciences, P.154.
2) Newton, I.: The Principles, P. 10.

على ذلك من خلال تجربته المعروفة عن الإناء المملوء بالماء الذي يتحرك حركة دائرية.[1]

يرى (نيوتن) أنَّ الحركة المطلقة لا يمكن تحديدها من خلال مرجع يتحرك حركة نسبية أو ساكناً سكوناً نسبياً، فيمكننا مثلاً أنْ نحدد الحركة النسبية لجسم ما وذلك بالاستناد إلى جسم آخر نعتبره مرجعا ثابتا للقياس، كأن نقيس حركة القمر من الأرض ونعتبر الأرض مرجعاً ثابتاً أما فى حالة الحركة المطلقة فيرى (نيوتن) أنَّ تحديدها يحتاج إلى مرجع يكون ساكناً سكوناً مطلقاً، وهو ما أسماه (نيوتن) بالمكان المطلق كما أنَّ الزمان النسبي الذي نقيس به الحركات النسبية ضمن المواضع النسبية لا يمكن الاعتماد عليه لقياس الحركة المطلقة التى لا تعتمد على مرجع مكاني نسبي، لذلك رأى (نيوتن) أنَّ الزمان المطلق بانسيابه الثابت وبخصائصه التى منحه إياها فى تعريفه السابق يمكن أنْ يوفر قياساً دقيقاً للحركة المطلقة، كما أنَّ الحوادث التى تحدث فى وقت واحد فى أماكن متباعدة لا يمكن قياسها ما لم يكن الزمان منبثاً في جميع أرجاء الكون، ومستقلاً عن جميع هذه الحوادث والأشياء الخارجية، وبالتالي يكون ثابتاً غير متأثر بها، أي هنالك ضرورة فلكية دفعت (نيوتن) للقول بالزمان المطلق خصوصاً وأنَّ (نيوتن) قد أبدى شكوكه فى وجود مرجع ثابت يصلح للقياس حيث يقول إنَّه من المحتمل ألا توجد حركة منتظمة يمكن بواسطتها قياس الزمن قياساً دقيقاً لأن "جميع الحركات يمكن أنْ تكون متسارعة أو متباطئة أما انسياب الزمان المطلق فإنه ليس عرضه لأي تغير."[2] كما يرى (نيوتن) فى الزمان المطلق أفضلية على القياسات الحسية. لأنَّه سيلٌ يملأ الكون بأجمعه وينظمه بانسيابه الثابت بحيث أنَّ حركات الأجسام بأجمعها يمكن أنْ تقاس بالنسبة له، أي أن هنالك حاجة من الناحية الفلسفية للقول به كمرجعٍ قياسيٍ ثابت، وبهذا يقول نيوتن: "إنَّ الديمومة أو دوام وجود الأشياء تبقى ذاتها سواء أكانت الحركات سريعة

---

1) انظر صفحة ١٠ من كتاب نيوتن (المبادىء) حيث يقدم شرحا مفصلا لهذه التجربة التي اجراها بنفسه.

2) Newton, I.: The Principles, P.8.

أم بطيئة أم غير موجودة إطلاقاً، ولذلك فإن هذه الديمومة يجب أنْ تكون متميزة عن القياسات الحسية"[1] ويرى (ويترو G.J.Whitrow) وجود سببٍ رياضيٍ دفع (نيوتن) للقول بالزمان المطلق؛ "فقد اعتبر نيوتن لحظات الزمان المطلق تشكل سلسلةً مستمرةً مثل سلسلة الأعداد الحقيقة واعتقد أنَّ المعدل الذي تتبع فيه اللحظات كل منها الأخرى، هو معدل متغير ومستقل عن جميع الحوادث والعمليات الجزئية."[2] وبالتالي فإن الانسياب الثابت والمتنظم يوفر (لنيوتن) دعماً لاعتقاده فى الزمان المطلق وحاجته إلى نسبة قياسية. ولكن إذا كان الزمان المطلق مستقلاً بذاته وليس له علاقة بأي شي خارجي كما يقول (نيوتن) فما الذي يجعل نسبة الانسياب ثابتة ومنتظمة؟

لقد لاحظ (آبرو A. D'Abro) بحق أنَّ الانسياب الثابت للزمان المطلق يعنى ضمناً أنَّ نسبة الانسياب لا يمكن أنْ تدرك على أنَّها نسبة ثابتة إلا عندما تقاس فقط، ولكن مقابل هذا تؤخذ بعض نسب الانسياب بوصفها مقياساً ثابتاً، وبذلك يأخذ (نيوتن) النتائج التجريبية التقريبية ليضعها فى مبدأ صارم هو مبدأ القصور الذاتي، حيث يقرر أنَّ الأجسام الحرة على نحو مطلق والتي تتحرك بسرعة ثابتة مطلقة وبخط مستقيم تماماً، فإنها سوف تقطع مسافات متساوية فى أزمنة متساوية، ويكون الزمان والمكان المشار اليهما في هذا المبدأ هما الزمان المطلق والمكان المطلق، وهكذا يصبح هذا المبدأ مزدوجاً فى فهمه للتطابق المكاني الذي يقدم لنا تعريفاً للفترات المتساوية والمتطابقة للزمان المطلق،[3] وبما أنَّ انسياب الزمان المطلق لا يمكن أنْ يقاس بوصفه مستقلاً عن أي شي خارجي، لذلك لا نجد هنا مبرراً فيزياوياً للقول بالزمان المطلق عند (نيوتن)، والذي يترتب عليه القول بالتزامن (simultaneity) حيث أنَّ أي حدثين فى الكون يكونان متزامنين، فإذا افترضنا أنَّ شخصين يراقبان حادثة ما فإنهما يسجلان نفس الزمن

---

1) Ibid.: P.8.

2) Whitrow,G.J.: The Natural Philosophy of Time, Clarendon Press,Oxford، 1980.p.35.

3) D'Abro, A.: The Evaluation of Scientific Thought, Dover Publications, London,1950,P.75.

لوقوعها، وبغض النظر عن موضع كل منهما وحركته بالنسبة للحادثة، وبعبارة أخرى إنَّ أي حدثين فى الكون يسجل لهما زمن واحد من قبل جميع المراقبين، دون الأخذ بنظر الاعتبار مواقعهم وحركاتهم وسرعاتهم، أي دون اعتبار للمرجع الذي يرتكزون عليه فى قياس الحادثة.

٦ - من المعروف أنَّ الحركة هى حركة شيء ما، وقد ظهر من التحليل السابق (فقرة ٥) أنَّ الزمان المطلق مستقل بذاته، ليس له علاقة بالموجودات المتحركة؛ فإذا ما انتفى وجود الموجودات المتحركة يبقى الزمان ثابتا دون تغير. وقد انتقد (ليبنتز) هذا الفهم للزمان، وسأناقش ردود (ليبنتز) على نيوتن فيما بعد (فقرة ٧). وإذا كان الزمان المطلق لا علاقة له بالموجودات المتحركة فهل يمكن تصور زمان دون موجودات؟

الجواب لا، لأنَّ للزمان علاقة وثيقة بالحركة وبالموجودات التى تتحرك، أي أنَّ الزمان مفهوم نسبيٌ غير مطلق وغير مستقل بذاته عن الأشياء الخارجية، وقد عرف نيوتن الزمان النسبي بقوله: "الزمان النسبي، الظاهري والشائع، هو مقدار حسي خارجي (سواء أكان مضبوطاً أو تقريبياً) نستعمله لقياس الديمومة بواسطة الحركة."[1] ويسمى أحياناً بالزمان الاعتيادي، وهو ما يمكن قياسه بلحظات وثوان وساعات وأيام وأسابيع وسنوات، ونستخدمه للأغراض العملية، ونقيس به حركات الأجسام المحسوسة، فإذا تحرك جسم من موضع للآخر، فإنه يستغرق فترة زمنية معينة لقطع هذه المسافة، ويرى نيوتن أننا عادة ما نستخدم الساعات والأيام والشهور والسنين لقياس الفترات الزمنية، إلا أنَّ الايام الطبيعية ليست متساوية لكنها اعتبرت متساوية، واستخدمت لقياس الزمن ويقوم علماء الفلك بتصحيح هذا الاختلاف، حيث يتم ضبط الزمان النسبى وتصحيحه باستمرار، أي أنَّ نيوتن أدرك أنَّ لمفهوم الزمان الاعتيادي مقياساً ووحدات إجرائية قياسية لكنه للأسف لم يشترط ذلك بالنسبة للزمان المطلق، وبهذا يمكن تقديم قياس للزمن النسبي غير مضبوط تماماً ولكنه تقريبي وحسب، وهنالك أكثر من طريقة لقياس الزمن ويرى (هنري بوانكارية) وهو:

---

1) Newton, I.: The Principles, p.6.

١. الذي أسس ما يسمى بالمذهب الاصطلاحي (Conventionalism)، الذي يرى فيه أنَّ المفاهيم والقوانين والنظريات العلمية هى محضُ اتفاقات بين العلماء لغرض تفسير الطبيعة، ونشأ المذهب على أثر ظهور الهندسات اللاإقليدية التى ابطلت الفهم الكانتي للمكان، الذي يرى المكان الاقليدي هو المكان الوحيد المفروض على عقولنا وقد بين (بوانكارية) أنّه يمكن الاتفاق على استخدام الهندسة الاقليدية فى مجال حياتنا اليومية طالما تؤدي إلى فائدة وبساطة أكثر من غيرها.

٢. أول من نادى بمبدأ النسبية الذي اتخذه (ألبرت آينشتاين) فيما بعد.[١]

ويرى (بوانكاريه) حول مسألة قياس الزمن أنَّه "ليس هنا كطريقة لقياس الزمن أكثر صحة من غيرها، ولكن الطريقة الأكثر ملاءمة (Convenient) هى التي يتم تبنيها عادة."[٢] أي تلك التي تكون أكثر فائدة وبساطة من غيرها، أي أنَّ تقسيم الزمن ليس تقسيماً طبيعياً بل هو تقسيم نحتاجه لفهم التغيرات التى تحدث فى الطبيعة.

وقد أكد (برود C.D.Broad) على نسبية الزمان وعلاقته بالحركة النسبية، حيث يرى أنَّ مفاهيم الزمان والمكان والمادة مفاهيم متلازمة، إلاَّ أنَّ القول بالحركة المطلقة هو الذي يتضمن القول بالزمان المطلق وبالتالي يرى انَّ القائلين بالزمان المطلق "لا ينكرون الحركة النسبية، ولكنهم يؤكدون ببساطة إنَّ جميع الحركات النسبية هي مظهر للحركات المطلقة."[٣] أي إنَّ نيوتن قد فصل بين الزمان والمادة المتحركة متجاهلاً بذلك الواحدت القياسية التى تعد أساسية لقياس الزمن.

وقد انتقد (آينشتاين) هذه الفكرة حيث عبر عن الترابط الوثيق بين مفاهيم الزمان والمكان والمادة والحركة بقوله: "إذا افترضنا أنَّ المادة بأجمعها

---

1) - انظر حول ذلك رايشنباخ هانز: نشاة الفلسفة العلمية ص ١٢٣ - ١٣١ حيث يوضح بالتفصيل المذهب الاصطلاحى وموقفة من الهندسات مع تسجيل بعض الملاحظات النقدية حوله.

2) Poincare, H.: The Value of Science, Dover Publications,New York,1958, P. 30

3) Broad, C.D.: Scientific Thought, Routledge and Kegen Paul ltd., London,1952, P.90

يمكن انْ تختفي من العالم، فإنَّ الإعتقاد السائد قبل النسبية يشير إلى استمرار وجود الزمان والمكان في العالم الفارغ ولكن طبقاً لنظرية النسبية فإنه لن يكون هنالك زمان أو مكان إذا اختفت المادة وحركتها."[1]

تبين لنا مما سبق أنَّ الزمان النسبي هو الزمان الذي يمكن قياسه بوحدات إجرائية معينة وبالتالي يمكن استخدامه فى الفيزياء وهذا هو ما أكده برجمان، ولكن السؤال الذي يطرح نفسه هو: هل للزمان المطلق أية فائدة عملية، أي هل يمكن استخدامه في الفيزياء؟

يمكن الإجابة عن هذا السؤال بالنفي، لأنَّ الفيزياء تعتمد القياس بصورة أساسية، وتستخدم الرياضيات للتعبير عن الكميات والمقادير التي تخضعها للقياس، والزمان المطلق لا يمكن قياسه لأنَّه مستقل بذاته عن جميع الأشياء الخارجية، وإذا كان الزمان المطلق لا يمكن قياسه فلا فائدة منه في الرياضيات. وبما أنَّ الفيزياء تعتمد الرياضيات بصورة أساسية فإنها ترفض المفاهيم التى لا تخضع للقياس ولهذا السبب فإن (نيوتن) عَرَّفَ الزمان المطلق، ولكنه لم يجد سبيلاً لاستخدامه فى صلب نظريته الفيزيائية، ولهذا السبب يعد مفهوم الزمان المطلق قياساً مثالياً احتاجه (نيوتن) لقياس الحوادث المتزامنة، وخصوصاً فى مجال القياسات الفلكية، وقد اعتقد الفيزيائيون إنَّ مفهوم الزمان المطلق مفهوم ميتافيزيقي لا يمكن أنْ يخضع للقياس، وهو مجرد ضرب من التفكير الفلسفي، فلا ضرورة له في النظرية الفيزيائية التى تعتمد مفهوماً نسبياً للزمان، وبالتالي يمكن الاستغناء عنه.

٧ – لقد تعرض مفهوم الزمان المطلق كما طرحه (نيوتن) لانتقادات عديدة من قبل الفلاسفة والفيزيائيين، ومن وجهات نظر مختلفة كانت تلتقي بأجمعها فى نقطة واحدة وهى تشديدها على أنَّ هذا المفهوم، مفهوم غامض لا ضرورة له، ولا يمكن الإستفادة منه فى الفيزياء، وقد طرح (ليبنتز) أفكاره حول هذا الموضوع خصوصاً في مراسلاته مع صموئيل كلارك S. Clarke (١٦٧٥ – ١٧٢٩) وهو أحد أتباع نيوتن، حيث انتقد (ليبنتز) تمييز (نيوتن)

---

1) Frank,Ph.: Einstein His life and Times, Alfred, A.Knopf,Inc., New York, 1947,p.178.

بين حركة مطلقة وأخرى نسبية، ورأى أنّه لا يمكن البرهنة تجريبياً على وجود الحركة المطلقة، كما أنَّ التمييز بين حركة مطلقة وحركة نسبية هو عمل ميتافيزيقي وليس فيزيائياً، وبالتالي لا يمكن استخدام مفهوم الحركة المطلقة فى الفيزياء، كما يرى (ليبنتز)؛ أنَّ الزمان لا يمكن أنْ يوجد دون وجود المادة المتحركة، حيث تدرك الحركة حسياً بوصفها ظاهرة متغيرة تحدث فى الزمان والمكان، وبهذا يصبح الزمان ذا علاقة وثيقة بالموجودات ودونها يصبح الزمان فكرة خيالية حيث يقول: "إنَّ الزمان دون أشياء ليس أكثر من إمكانية تصورية وحسب."[(1)] إنَّ الزمان المطلق لا وجود له لأنَّه مستقل بذاته عن الأشياء وانَّه مجرد تصور ميتافيزيقي، أما الزمان النسبي فهو "نطاق تترتب فيه الحوادث غير الموجودة مع بعضها فى الحاضر."[(2)] أو هو نظام لتتابع الظواهر الطبيعية.

وقد أكد مثل هذا النقد (جورج بيركلي) الذي انطلق من فلسفته المثالية الذاتية فى انتقاد مفهوم الزمان المطلق باعتباره فكرة مجردة لها وجود موضوعي مستقل عن إدراكنا، حيث يؤكد (بيركلي) بأنَّه لا يوجد سوى نوع واحد فقط من الحركة وهى الحركة النسبية، وإنَّ وجودها يتضمن على الأقل وجود جسمين حيث يكون بعد كل منهما متغيراً بالنسبة للآخر، ولهذا فإنَّ فكرة بيركلي عن الحركة تنفي فكرة استقلال شئ عن شئ آخر، بل على العكس حيث يرى (بيركلي) وجود علاقة ضرورية بين الأجسام، وبالتالي فإذا تحرك جسم ما بفعل تأثير قوة ما عليه، فإنَّ المسافة التى تفصله عن جسم آخر سوف تتغير تبعاً لذلك وهذا التغير فى المسافة أو الوضع بالنسبة للجسم الآخر هو حركة نسبية محسوسة يمكن تحديدها وقياسها بالاستناد إلى ذلك الجسم الذي نعتبره ثابتاً، ويرى (بيركلي) أنَّ الناس لا يتجاوزون الأرض لتحديد موضع جسم ما "وما هو ساكن بالنسبة لها يعد ساكناً على نحو

---

1) Alexander, H.G: (Ed) The Leibniz–ClarkeCorrespondence, Manchester University Press,1965, p.75, L.

2) طعمه جورج: فلسفة ليبنتز مع تعريب المونادولوجيا، ونصوص أخرى، مكتبة اطلس – دمشق ١٩٦٥، ص ١٢٧ وقارن

Alexander, H.G.: Leibniz – Clark,Pp. 26 and 89.

مطلق."[1] وبما أنَّ الأرض فى حالة حركة مستمرة، فإن كل حركة نسبية، ولا داعي للقول بالحركة المطلقة. كما أنَّه لا ضرورة لفكرة الزمان المطلق حيث يرى (بيركلي) أنَّ الزمان مفهوم بسيط ومدرك من قبل عامة الناس لكنه أصبح مفهوماً مجرداً وصعب الفهم على أيدي الميتافيزيقيين. وهكذا ينتقد (بيركلي) فكرة الزمان المطلق بوصفها فكرة مجرّدة لا نستطيع إدراكها، ليثبت أن فكرة الزمان ما هي إلاّ إدراك لتتابع الأفكار في الذهن وأنَّ النفس الإنسانية تعي الأشياء وتدركها بوصفها موضوعات للفكر.[2] أي إنَّ (بيركلي) يحاول تثبيت فكرة ميتافيزيقية تقول إنَّ الأشياء لا توجد إلا بوصفها مدركة من قبل عقل ما.

إن النقد الذي قدمه (إرنست ماخ) لمفهوم الزمان المطلق يعد أكثر اهمية من نقد (بيركلي)، حيث يرى (ماخ) أنَّ جميع الأشياء الموجودة فى العالم مرتبطة بعضها ببعض، وأنَّنا نحن أيضا جزء من الطبيعة، ولذلك فإن الحركة تكون منتظمة أو غير منتظمة بالقياس إلى حركة أخرى، وهذا يعنى الافتراض ضمناً بوجود أكثر من جسم لتحديد الحركة، وإنَّ السؤال فيما إذا كانت الحركة بذاتها منتظمة أم لا سؤال ليس له معنى،[3] كما أنَّ الكتل الماديه التي تتحرك بسرعات مختلفه تكون ذات علاقة ثنائية مع بعضها، وأن الخطأ الذي أدى بنيوتن إلى القول بالحركة المطلقة هو إغفاله لهذه الكتل التى تدخل فى علاقة مع الأجسام الأخرى بحيث تكون كل الحركات نسبية، فحركة أي جسم نسبية بالنسبة للأرض التى تتحرك بدورها حول الشمس، وإن القوة الطاردة عن المركز التي تحدّثَ عنها نيوتن ناتجة عن تأثير الكتل الدائرة المحيطة، أي أن هذه القوة "حدثت بواسطة الدوران النسبي بالنسبة لكتلة الأرض والأجسام السماوية الأخرى"[4] والتى يمكن اتخاذ أي منها مرجعاً لقياس الحركة. أما الحركة المطلقة فقد إفترض نيوتن حدوثها دون الإشارة

---

1) Berkeley, G.: The Principles Of Human Knowledge, (Ed.) by G.J. Warnok, The Fontana library Collins,1962,Pp.122-123.

2) Ibid.: Pp.113-114

3) Mach, E.: The Science Of Mechanics, Open Court Illinois, 1960, P.273.

4) Ibid.: P.284.

إلى جسم ما، تكون على علاقة به، أي انها تحدث فى المكان الفارغ أو المطلق، ولكن الحركات لا يمكن تحديدها والإشارة إليها إلا من خلال علاقاتها بأجسام أخرى، لذلك فالحركة نسبية ونستطيع قياسها بزمن نسبي محدود دون الحاجة للزمان المطلق الذي يرى (ماخ) أنَّه "ليس له قيمة علمية ولا عملية... إنَّه تصور ميتافيزيقي لا قيمة له."[1] ويستنتج (ماخ) من المناقشة السابقة أنَّ جميع الكتل وجميع السرعات وبالتالي جميع القوى هى مفاهيم نسبية، وأنَّ الكون معطى لنا مرة واحدة فقط، أي أنَّ تفسيراتنا له هى التى تتغير وتختلف، لذلك يرى (ماخ) بأنَّه يتوجب علينا اتباع الأفكار الأكثر فائدة وبساطة فى تفسيرنا له، أي تلك الأفكار التى نستطيع التحقق من صدقها أو كذبها تجريبياً بدلاً من الأفكار الغامضة والمجردة.

يعتبر نقد (ماخ) لمفهوم الزمان المطلق الخطوة العلمية الأولى أمام النقد الحاسم فى إلغاء هذا المفهوم، وخصوصاً ما يترتب عليه من القول بالتزامن بين الحوادث، هذا النقد الذي قدمه (ألبرت آينشتاين) حيث أخضع مفهوم التزامن للتحليل الدقيق وأظهر نسبيته، كما بين أنَّ مفهوم الزمان غير مستقل عن مفهوم المكان أو الأبعاد المكانية الثلاثة، بل هو متصل بها ويشكل بعداً رابعاً لها، حيث اعتبر (آينشتاين) أنَّ العلاقة بين مفهومى الزمان والمكان فى فيزياء (نيوتن) تصلح فقط فى مجال السرعات المحدودة، ولا تصلح فى مجال السرعات العالية جداً والتى تقترب من سرعة الضوء، حيث أنَّ التغير فى مثل هذه السرعات العالية لا يكون في مجال الإحداثيات المكانية بل وفي زمانها أيضاً وبهذا تتغير كل من إحداثيات المكان والزمان طبقاً لتحويلات معينة تسمى تحويلات لورنتز - آينشتاين (Lorentz-Einstein) وبهذا تتحقق وحدة وثيقة ما بين مفهومي المكان والزمان طبقا لحركة الجسم بسرعة عالية جداً. أما موضوع التزامن فقد ناقشناه في معرض مناقشة اطروحة برجمان الإجرائية؛ حيث طرح برجمان من خلال فلسفته الإجرائية نقداً فلسفياً وعملياً لمفهوم الزمان المطلق.

---

1) Ibid.: P.273.

وتجدر الإشارة إلى أن مسألة الحركة المطلقة قد تم تجاوزها تماماً فى الفيزياء الحديثة، حيث يقول (همفريز) إنَّ "مسألة الحركة المطلقة لم تكن مصدر تعب فى الديناميكا إذ أنَّ كل قوانين الحركة قد تم اثباتها بالنسبة لما يعرف بالمجموعة القصورية، وفي هذه المجموعة وفي سائر المجموعات القصورية لا تدخل حركة المجموعة فى القوانين نفسها."[1] أي يمكن اتخاذ أي جسم واعتباره مرجعاً فى قياس حركة جسم ما، ونعتبره ثابتاً بحيث لا تدخل حركته فى حساب حركة الجسم الآخر.

1) همفريز، رتشارد. ن وروبرت بيرنجر: المبادئ الأساسيه للفيزياء الذريه، ترجمة محمد أمين عامر وأخرون، دار المعارف، مصر، ١٩٦٢، ص٣٤٧.

المبحث الثاني: المكان المطلق

٨ – يعتبر مفهوم المكان من مفاهيم الأساسية فى المباحث الفلسفية والعلمية على حد سواء، وقد رأى نيوتن ضرورة التمييز بيز المكان كمفهوم رياضي يستخد م فى العلم، عنه كمفهوم شائع يستخدم فى الحياة اليومية من قبل عامة الناس، وبالتالي التمييز بين المكان المطلق والمكان النسبي، ويرى (نيوتن) أنَّ مما يميز المكان المطلق هو أنَّه "بحكم طبيعته ودون أنَّ تكون له علاقة بأي شئٍ خارجي يبقي دائماً متجانساً وساكناً"[(1)] وقد نظر كثير من الفلاسفة لمفهوم المكان نظرة مشابهة لتلك التى طرحها (نيوتن) فى تعريفه، حيث نظروا للمكان بوصفه وعاءً كبيراً يحوي جميع الأشياء بداخله من دون أنْ تؤثر عليه، وقد كان (أفلاطون) يميل للقولب أنَّ المكان أشبه ما يكون بالوعاء الحاوي للأشياء والقابل لحدوثها وصيروتها،[(٢)] حيث تحل فيه الأشياء وتحاط بواسطة سطوح هندسية. وقد رأى أرسطو أنَّ الحركة فى الطبيعة لا تتم إلاَّ في مكان، و أنَّ المكان الذي يشغله الجسم هو الموضع، فيصبح المكان المطلق متكوناً من مجموع المواضع المتصلة مع بعضها، والتى تكون مشغولة بالأجسام أو إنَّ المكان هو السطح الباطن من الجسم الحاوي المماس للسطح الظاهر من الجسم المحوي.[(٣)] وهذا يمثل تعريفاً للمحل أو الموضوع أكثر منه تعريفاً للمكان بصورة عامة وقد رأى (أرسطو) أنَّ المكان المطلق الشامل هو ذلك السطح الباطن للفلك الأقصى الذي يحوي جميع الأجسام بداخله، أي إنَّ (أرسطو) ينفي وجود خلاء أو مكان فارغ، وكان هذا الرأي يمثل دعماً لآراء المدرسة الإيلية بعدم وجود مكان فارغ؛ لأنَّها اعتقدت بالثبات وعدم الحركة، وإذا كان الوجود ثابتاً فلا يحتاج إلى مكان فارغ يتحرك فيه،[(٤)] إلا أنَّ المدرسة الذرية تسلّم منذ البداية بوجود الخلاء حيث

---

1) Newton, I.: The Principles, p.6.

2) افلاطون: طيماوس، ص، ٢٦٣ و٢٧١ وقارن. Cornford, F.M.: Plato's Cosmology, p.196.

3) أرسطوطاليس،: الطبيعة، ج١، ص ٣١٢ و٣٢٩ وقارن: Aristotle, Physica, p.212a.

4) Burnet, J.: Early Greek Philosophy, p.317.

يعتبر المكان الفارغ ضرورياً لحركة الذرات، فهي لا تعترف إلا بوجود الذرات والفراغ.[1]

إنَّ بعض الأفكار العلمية فى التعبير عن المكان يمكن أنْ نجدها في هندسة (إقليدس)، حيث كانت الهندسة مرتبطة فى نشأتها بالنواحي التجريبية فى مسح الأرض والبناء وغيرها، مما جعلها تبحث عن تحديد دقيق للمكان، إنَّما قام به (إقليدس) من عمل فى صياغة الهندسة صياغة رياضية بديهية، يعتبر عملاً بعيداً عن التأملات الفلسفية، ويتسم بالطابع العلمي حيث تكون الأبعاد الهندسية للجسم هى التى تحدد مكانه، ويمكن تحديد مكان أي جسم بواسطة ثلاثة أبعاد. ولكن أفكار (أفلاطون) و(أرسطو) الفلسفية سادت فى العصر الوسيط بحيث ارتبطت مباحث المكان بالمباحث اللاهوتية، أكثر من ارتباطها بالمباحث الطبيعية، ومع ذلك فإننا نجد فهماً دقيقاً جداً وواضحاً تماماً لمفهوم المكان عند بعض الفلاسفة العرب، حيث ناقش العالم والفيلسوف العربي الحسن بن الهيثم (٩٦٥ - ١٠٣٩) فى رسالته عن (المكان) الآراء الفلسلفية المختلفة حول المكان واستطاع أنْ يصنفها إلى صنفين:

الأول: يرى أنَّ المكان هو السطح المحيط بالجسم.

الثانى: يرى أنَّ المكان هو الخلاء المتخيل الذي يشغله الجسم.

وقد رفض (ابن الهيثم) الرأي الأول لأنَّه يفصل ما بين المكان والجسم، ويجعل من المكان كياناً مستقلاً بذاته. وقد أخذ بالرأي الثاني، حيث يرى أنَّ الخلاء هو أبعاد متخيلة مجردة من الأجسام، وعندما يشغل بالجسم تكون أبعاده هى نفس أبعاد الجسم الذي يشغله، بحيث تكون هنالك مطابقة تامة بين المكان والجسم، وهكذا يصبح المكان والجسم، كما يقول (ابن الهيثم): "بعداً واحداً، لأنَّ البعد المتخيل؛ إنما الخط الذي هو طول لا عرض له... إذا انطبق على خط هو طول لا عرض له صارا جمعيا خطاً واحداً"[2] كما ينكر (ابن الهيثم) وجود مكان فارغ أو خلاء، لأنه يرى أنَّ أبعاد الخلاء المتخيل لم

---

1) Ibid: Pp.336-337.

2) ابن الهيثم، الحسن: رسالة المكان، رسائل ابن الهيثم، دائرة المعارف العثمانية، حيدر اباد، الدكن، ص ٦.

تخلُ قط من جسم، وهكذا يكون المكان حسب رأيه هو: "الأبعاد المتخيلة التى بين النقط المتقابلة من السطح المحيط بالجسم."[1]

وقد ظهر مما سبق أنَّ مفهوم المكان المطلق مفهوم قد اختصت به ارآء الفلاسفة وأبحاثهم التأملية لذلك لا بد لنا أنْ تساءل عما هو الدافع الذي أدى بـ (نيوتن) وهو فيزيائي إلى القول بالمكان المطلق على نحو مشابه لذلك الفهم الذي طرحه الفلاسفة فى تأملاتهم؟

٩ - انطلق (نيوتن) فى مناقشته لمفهوم المكان من وجهة نظر فلسفية، عبر عنها بقوله: إنَّه فى البحث الفلسفي يتوجب علينا" أنْ نتجرد من حواسنا، ونأخذ بنظر الاعتبار الأشياء ذاتها مميزة عما هو خاضع منها للقياس الحسي."[2] فميز (نيوتن) بين مفاهيم مطلقة ومفاهيم نسبية، لها علاقة بالقياسات الحسية، وقد ميز كما رأينا فى (فقرة ٥) بين حركة مطلقة وأخرى نسبية وعرف الحركة المطلقة بأنَّها "انتقال الجسم من موضع مطلق لآخر مطلق"[3] وقد عرف الموضع بصورة عامة بأنَّه جزء من المكان يشغله الجسم، إلا أنَّه لم يوضح ماذا يعنى بالموضع المطلق. وقد رأى نيوتن أن جميع الأجسام هي في حالة حركة مستمرة وحاول البحث عن مرجع مكاني ثابت يتمكن بالاستناد إليه من قياس حركات الأجسام بحيث يكون هذا المرجع ساكناً سكوناً مطلقاً، لأن حركات الأجسام لها تعجيلات معينة، ولكنَّ هذه التعجيلات ستكون تعجيلاً بالقياس إلى ماذا؟

إذاً لابد من وجود مرجع ثابت تقاس بالنسبة له تعجيلات هذه الأجسام، ورأى (نيوتن) أنَّ الأرض والشمس فى حالة حركة بالنسبة للنجوم الثابتة، ورأى أنَّه قد توجد بعض الأجسام فى حالة سكون مطلق فى المناطق البعيدة للنجوم الثابتة أو فيما يتجاوزها بعداً، ولكنه رأى أنَّ موقعها البعيد يجعلها غير صالحة لأنْ تكون مرجعاً في قياس حركات الأجسام، كما أننا لا نستطيع أنْ نعرف ما إذا كان الجسم يحتفظ بنفس موقعه بالنسبة لها أم لا، لذلك قرر

---

1) المصدر السابق، ص ٩.

2) Newton, I.: The Principles, p.8.
3) Ibid, p.7.

(نيوين) أننا لانستطيع إثبات السكون المطلق لهذا المرجع البعيد، وحاول أنْ يسلك طريقاً آخر لإثبات وجود مكان مطلق وساكن، وذلك من خلال تمييزه بين الحركة والسكون بين المطلق منها النسبي بواسطة ثلاثة عوامل هي:

- الصفات
- العوامل أو العلل المؤثرة
- الآثار الناتجة

فمن صفة السكون أنْ تبقى الأجسام مستمرة في نفس البعد عن أجسام أخرى، ومن صفة الحركة أنَّ الأجزاء تحتفظ بمواضعها في كل متحرك وتشارك في حركته، وأنَّ قوة دفع الأجسام المتحركة إلى الامام تظهر في الدفع المتواصل للأجزاء ككل، لذلك فإن هذه الأجزاء تكون في حالة سكون نسبي، ولكنها تشارك في حركة الكل، وهكذا فإن "الحركة الحقيقية والمطلقة لجسم ما لا يمكن أنْ تحدد بواسطة انتقالها عن ذلك المرجع الذي يبدو فقط أنَّه ساكن بالنسبه للأجسام الخارجية، والتي يجب ألا تظهر أنَّها في سكون فقط ولكن لتكون في حالة سكون حقيقي."[1] وبهذا تختلف الحركة الحقيقية عن الحركة النسبية بوصفها لا يمكن تحديدها بالاستناد إلى مرجع متحرك، بل تحتاج إلى مرجع ثابت ساكن على نحو حقيقي وليس ظاهري فقط ولم تصلح النجوم الثابته لأنْ تكون هذا المرجع الثابت للأسباب المذكورة سابقاً، وهكذا يرى (نيوتن) أنَّ كل حركة هي حركة جسم ينتقل من موضع لآخر "حتى نصل إلى بعض المواضع الثابتة"[2] وأنَّ الحركة المطلقة لا يمكن تحديدها إلا بالاستناد إلى مثل هذه المواضع الثابتة، ولكن أين توجد هذه المواضع الثابتة؟

يرى (نيوتن) أنَّه "ليس هنالك مواضع ثابتة غير تلك التي من اللانهاية إلى اللانهاية، تحتفظ جميعها بنفس مواضعها بعضا بالنسبة لبعض، وبناءً على هذا الاعتبار يجب أنْ يبقى كل منها ثابتاً، وبذلك تُكون، في مجموعها، المكان الساكن."[3] وهكذا نلاحظ غياب التسلسل المنطقي عند نيوتن في الانتقال من الحركة النسبية المحسوسة التي تكون في مواضع نسبية إلى الحركة المطلقة

1) Ibid.: P. 9.
2) Ibid.: P. 9.
3) Ibid.: P. 9.

والمكان المطلق غير الخاضعين لإدراكنا الحسي وتجربتنا، لذلك يحاول نيوتن أنْ يجد أساساً آخر للتمييز بين الحركة المطلقة والنسبيه وهو العلل المؤثرة عليها أو القوى التي تُحدث الحركة والتي ناقشتها في (الفقرة ٥). أما الآثار الناتجة فهي تلك التي تتعلق بالقوة الطاردة عند المركز في الحركة الدائرية في تجربة الإناء عند نيوتن. وهكذا حاول نيوتن إثبات وجود مرجع ساكن سكوناً مطلقاً يستطيع بواسطته قياس تعجيل حركات الأجسام حسب القانون الأول والاستناد عليه، خصوصاً وأنَّ نيوتن قد أبدى شكوكه في وجود مثل هذا المرجع الساكن، حيث يقول: "ربما لا يوجد هنالك أي جسم في حالة سكون حقيقي نستطيع أنْ نتخذه مرجعا لمواضع وحركات الأجسام الأخرى،"[1] ولذلك افترض نيوتن أنَّ هذا المرجع الساكن هو المكان المطلق المملوء بالأثير الساكن، وبهذا نجد أنَّ نيوتن كان مدفوعا للقول بالمكان المطلق وكما يرى (ماكس جامر M. Jammer) أنَّ هنالك ضرورة انطولوجية ومنطقية دفعت نيوتن للقول بالمكان المطلق، حيث يعتبر شرطاً ضرورياً، لصحة القانون الأول للحركة، والذي ينص على أنَّ "الجسم يستمر على حالته من السكون أو الحركة المنتظمة في خط مستقيم ما لم يضطر إلى تغيير حالته هذه بفعل قوى مؤثرة عليه."[2] ويرى (جامر) أنَّ الحركة المنتظمة في خط مستقيم تتطلب نظاماً مرجعياً يختلف عن ذلك المكان النسبي الذي نختاره بصوره اتفاقية، كما أنَّ حالة السكون تفترض مسبقاً مثل هذا المكان المطلق.[3] وبهذا يصبح للمكان المطلق وجود مستقل عن الأشياء بحيث لو اختفت جميع الأشياء لبقي المكان.

وقد رأي بعض الباحثين أن نيوتن ينطلق في فهمه للمكان المطلق من منطلقات لاهوتية متأثراً بـ هنري مور H. More (١٦١٤ - ١٦٨٧) وإسحق بارو I. Barrow (١٦٣٠ - ١٦٧٧)[4] وينطلق كذلك من نزعة دينية وعقائد سرية

1) Ibid.: P. 8.
2) Ibid.: P. 13.
3) Jammer, M.: Concepts of Space, Cambridge, Mass.,1969, P. 101.
4) انظر حول افكار (مور وبارو) كتاب:
Burtt, E.A.: The Metaphysical Foundations of Modern Physical Sciences, Routledge and Kegan Paul, London,1950, P.137,144.

تمتد إلى العصر الوسيط كما يرى كل من (بيرت E. A. Burtt) و(جامر)، ويركز (بيرت) على هذه النواحي الميتافيزيقية في تفكير (نيوتن)، ويحاول أنْ يجعل منها أساساً لأفكاره العلمية. وعلى الرغم من أنَّ نيوتن يعتبر أن الإله غير محدود وموجود في كل مكان وأنَّه "بوجوده الدائم في كل مكان يكون الديمومه والمكان."[1] إلاَّ أنَّه يحدد موقفه من الافتراضات الميتافيزيقية، ومن الفروض بصورة عامة في نهاية كتابه (المبادئ)، حيث يقول: إنَّ "الفروض سواء أكانت فيزيائية أو ميتافيزيقية... لا مكان لها في الفلسفة التجريبية، لأنَّ الفروض الجزئية في هذه الفلسفه تستنتج من الظواهر ثم تعمم بواسطة الاستقراء."[2]

وقد رأي (آينشتاين) في مقدمته لكتاب (جامر) عن المكان، أنَّ نيوتن قد أدخل المكان المطلق كعلة مستقلة للسلوك القصوري للأجسام التي تتحرك بالنسبة لبعضها حركة منتظمه في خط مستقيم، لأنَّ فهم المكان بوصفه نظاماً للأشياء المادية، كما يقول (آينشتاين): "غير كاف ليكون أساساً لمبدأ القصور الذاتي ولقانون الحركة، لذلك اتخذ نيوتن هذا القرار... ان المكان لم يدخل كشيء مستقل عن الأشياء المادية فحسب، بل وخصصت له وظيفة مطلقة ضمن البناء السببي الكلي للنظرية، هذه الوظيفة مطلقة ضمن معنى أنَّ المكان(كنظام قصوري) يؤثر على جميع الأجسام المادية، بينما هذه الأجسام لا تبذل، في حركتها، أي رد فعل على المكان."[3] وبهذا يرى (آينشتاين) أنَّ إدخال نيوتن للمكان المطلق كعلة مستقلة لوصف السلوك القصوري للأجسام، أي التي تتحرك طبقاً لقانون القصور الذاتي، إذا تم فهمه بشكل واضح تماماً فهو "في رأيي واحد من أعظم إنجازات نيوتن."[4]

١٠. تبين من خلال المناقشات السابقة أنَّ للمكان علاقة وثيقة بالموجودات والأشياء المتمكنة، ولكن هل للمكان المطلق مثل هذه العلاقة، أي هل يمكن تصور وجود مكان مطلق عندما لا تكون هنالك أشياء ممكنة؟

---

1) Ibid: P.257
2) Newton, I.: The Principles, P. 547.
3) Jammer, M.: Concepts of Space, P. xiv.
4) Ibid.: p. xiv.

الجواب: كلا، أي أنَّ المكان مفهوم نسبي ذو علاقة وثيقة بالمادة المتمكنة وغير مستقل عن الأشياء، ويعرُف نيوتنالمكان النسبي بقوله: "المكان النسبي هو البعد القابل للحركة أو المسافة التي نقيس بواسطتها الأمكنه المطلقة، هذا البعد تحدده حواسنا من خلال موقعه بالنسبه للأجسام المحسوسة المجاورة،"[1] وبالتالي فإن ذلك الجزء من المكان الذي يشغله الجسم، والذي يسمى بالموضع أو المحل سيكون تبعاً لذلك نسبياً باعتباره جزءاً منه، وهكذا فإن الجسم الذي يتنقل من موضع نسبي إلى آخر فإنه يتحرك حركة نسبية، أما إذا بقي الجسم في نفس موضعه فإنه يعتبر ساكناً سكوناً نسبياً، وهكذا نستطيع قياس الحركة النسبية لجسم ما من خلال الاعتماد على جسم آخر نعتبره مرجعاً أو نقطة ارتكاز في قياسنا لحركة الجسم، كما اعتبرنا مثلاً الأرض مرجعاً ثابتاً لقياس حركة القمر، ولهذا فإن دراسة أية حركة أو ظاهرة فيزيائية لا تتم دون الارتكاز على مرجع أو نقطة نعتبرها ثابتة، وكما يعبَر نيوتن عن ذلك بقولة: "لأن كل أجزاء المكان لا يمكن إدراكها أو تمييز بعضها عن بعض بواسطة حواسنا، لذلك نستعمل بدلاً منها قياسات محسوسة. وبالنسبة لمواقع الأشياء وأبعادها عن أي جسم نعتبره ثابتاً نستطيع أنْ نحدد جميع المواضع، ثم نقيس جميع الحركات بالنسبة إلى هذه المواضع التي ثبتناها."[2] بحيث تُحْسَب الحركات النسبيه لأي جسم عن طريق تعيين ثلاث إحداثيات للطول والعرض والارتفاع، وبذلك يتحدد موضع الجسم هندسيا بواسطة هذه الإحداثيات ويمكننا عندئذ استخدام المكان النسبي في الفيزياء وتحديده بواسطة قياسات حسية وإجراءات تجريبية، وهو ما تدعو إليه الفلسفة الإجرائية. ولكن هل للمكان المطلق المستقل عن أي شيء خارجي اية فائده في الفيزياء؟

الإجابة تكون بالنفي، لأنَّ المكان المطلق مستقل عن الموجودات وحركتها. ومن المعروف أنَّ الفيزياء تتعامل مع الأجسام المادية المحسوسة والكميات التي يمكن إخضاعها للقياس وصياغتها بلغة رياضيه دقيقة، لذلك فإن (نيوتن)

---

1) Newton, I.: The Principles, P. 6.
2) Ibid: P. 8.

قد عرّفه الا انه لم يدخله في صلب نظريته، وإنما استبقاه كضرب من التفكير الفلسفي في مجال الفلسفة الطبيعية، وكمرجع ساكن سكوناً مطلقاً نستطيع بالاستناد إليه قياس الحركة المطلقة.

ولقد ميز (آينشتاين) في مقدمته لكتاب (جامر) بين فهمين أساسيين للمكان هما:

الأول: يرى أنَّ المكان هو نوع من انتظام الأشياء المادية في العالم، وليس شيئاً أكثر من هذا، وبالتالي فإن هذا التصور ينكر وجود المكان الفارغ أو الخلاء.

الثاني: ينظر للمكان كشيء خاوٍ لجميع الأجسام والأشياء المادية، وهذا يقودنا إلى تصور للمكان الفارغ.

بالنسبة للأول لا يمكن تصور المكان دون الأشياء المادية، إما بالنسبة للثاني فيمكننا تصور الأشياء المادية بوصفها موجودة في مكان وبهذا يظهر المكان كحقيقة أسمى من الأشياء المادية.[1] والنوع الأول هو الذي يسمى بالمكان النسبي، إما الثاني فهو المكان المطلق أو الحاوي لجميع الأشياء. إلا أنَّ تصوراً ثالثاً للمكان، لم يذكره (آينشتاين) قد ظهر في القرن الثامن عشر وهو الذي قدمه (عمانوئيل كانت)، حيث يرى أنَّ المكان ليس مفهوماً تجريبياً أو مستمداً من التجربة وليس مفهوماً عاماً لعلاقات الأشياء، بل إطار قبلي يوجد في الذهن ويكون ضرورياً لتنظيم وتوحيد المعرفة الحسية.[2]

١١ - لقد سادت نظرية نيوتن الميكانيكية في الفيزياء، على الرغم من وجود بعض الأفكار الغامضة فيها، واعتبرت منذ عصر نيوتن ولثلاثة قرون خلت أفضل فهم علمي للطبيعة، ولكن هذا لا يعني أنَّ فهم نيوتن للمكان هو التصور الوحيد في ذلك العصر، فقد طرح (ديكارت) فهماً آخر للمكان اعتبر فيه الامتداد أهم صفة للمادة، حيث أنّنا ندرك الأشياء بصفاتها الأولية من طول وعرض وعمق وحركة وهذه الأبعاد هي التي تكون المكان، فالمادة لا توجد إلا بوصفها ممتدة وهي بهذا تشغل حيزاً ما، وهذا الحيز الذي تشغله المادة

---

1) Jammer, M.: Concepts of Space, P. xiii.
2) Kant, I.: Critique of Pure Reason, Pp. 68 – 69.

هو ما يكون المكان في رأي (ديكارت)، وهكذا يكون المكان والمادة الممتدة شيئاً واحداً، وهذا يعني ضمناً عدم وجود المكان الفارغ أو الخلاء ويعبر (ديكارت) عن رأية هذا بدقة، حيث يقول: " إنَّ المكان أو الموضع المحدد لا يختلف فعلياً عن الجسم الذي يشغله."[1] ويرى أنَّ الاختلاف بينهما حاصل من طريقتنا الاعتيادية في التفكير.

ويرى (ليبنتز) أنَّ القول بالمكان المطلق كان شيئاً مقدساً آنذاك أو صنماً بالنسبة للكثير من المفكرين، ويقول (ليبنتز) أنا أدعوه صنماً، بالنسبة لهم، ليس بالمعنى اللاهوتي بل بالمعنى الفلسفي.[2] وانتقد (ليبنتز) مفهوم المكان المطلق الفارغ، حيث يتسائل، وإذا كان المكان فارغاً أو خالياً من جميع الأجسام "ألا يعني هذا أنَّه فارغ تماماً، اذاً بماذا يمتلئ؟ أمن المحتمل أنَّه يمتلئ بأرواح ممتدة أم بجواهر لا مادية قابلة للتقلص والامتدد بنفسها، وتتحرك في المكان متخللة بعضها بعضاً، بدون أنْ تسبب لبعضها أية إعاقة كظلال جسمين يتخلل أحدهما الآخر على جدار؟ يبدو لي حسب ما أرى أنَّ هذا يمثل إحياءً للتصورات الغريبة للدكتور (هنري مور) وآخرين، ممن اعتقدوا أنَّ هذه الأرواح يمكن أن تكون بذاتها غير قابلة للاختراق متى شاءت.:[3] وهكذا ينتقد (ليبنتز) مفهوم المكان المطلق الفارغ بصورةٍ لاذعة، ويقرر أنَّ المكان لا يوجد بدون وجود مادة تشغله، حيث يقول في رسالته إلى (إسحق جاكيلو I. Jacquelot): "لا يمكن قبول مكان بدون مادة."[4] ولكن (ليبنتز) لا يرى أنَّ المكان والمادة شيئاً واحداً، بل يرى أنَّ المكان ما هو إلا نظام لعلاقات الأشياء الموجودة معا، حيث يقول: "والمكان بعيد عن أنْ يكون جوهراً، حتى لا يمكن القول أنَّه وحدة قائمة بذاتها، فهو كالزمان نطاق تترتب فيه الكائنات الموجودة معاً."[5]

---

1) Descartes, R.: Principles of Philosophy, Part II. In the philosophical Writings,(Ed) by. Elizabeth, Nelson, 1954, P. 202.
2) Alexander, H. G.: (Ed) Leibniz-Clarke,P. 25.
3) Ibid: P.72
4) طعمة جورج: فلسفة ليبنتز، ص ١٣٢، وكذلك المصدر السابق ص ٧٧ مراسلات ليبتز - كلارك.
5) المصدر السابق: ص ١٢٧، ص ٢٥ مراسلات ليبنتز - كلارك.

وانتقد (بير كلي) كذلك فكرة المكان المطلق عند نيوتن، وذلك عن طريق نقده للحركة المطلقة، حيث يرى أنَّ جميع الحركات نسبية ومتغيرة بالنسبة لبعضها، وأنَّ بعض المفكرين لكي يثبتوا أفكارهم حول المكان المطلق، تصوروا أنَّ "العالم المادي متناه أو محدود، وأنَّ أقصى القشرة الثابتة من ذلك المرجع تكون الموضع التي نستطيع أن نقدر الحركات المطلقة بالرجوع إليه."(1) ويرى (بيركلي) أنَّنا إذا ما تفحصنا تصوراتنا بدقة فإننا سنجد جميع حركاتنا المطلقة ما هي إلا حركات نسبية قد تم فهمها على أساس ما سبق. ويرفض (بيركلي) فكرة المكان المطلق، حيث يرى أنَّ الاعتبارات الفلسفية، لا تقتضي القول بالمكان المطلق الذي يكون جامعاً للأمكنة النسبية، وينتقد فكرة المكان الفارغ ويرى أنَّ المكان يوجد حيثما يوجد جسم يشغله، كما انتقد الفكرة القائلة بأن المكان الحقيقي هو الإله أو هو شيء مع الإله أزلي غير مخلوق أو غير محدود، ويعتبر مثل هذه الأفكار، أفكاراً مبهمة وغامضة، والحقيقة أنَّ النقد الذي قدمه (بير كلي) قائماً في أساسه على نواحي معرفية انطلق فيه من فلسفته الخاصة في محاولة منه لاثبات عدم وجود شيء ما مستقلٍ عن الوعي.

إنَّ النقد الذي قدمه (ماخ) على أساس من الملاحظه والتجربة لمفهوم المكان المطلق والحركة المطلقة أكثر أهمية وفائدة للفيزياء من ذلك الذي قدمه (بير كلي)، حيث يرى (ماخ) أنَّ جميع الأجسام في الكون والتي تتحرك بسرعات معينة، تدخل في علاقة مع بعضها مما يجعل حركتها نسبية بالنسبة للأجسام الأخرى، وأنَّ المكان المطلق والحركة المطلقة مفاهيم غير خاضعة للاختبار التجريبي، يقول (ماخ): "دعنا ننظر في القضية بشيءٍ من التفصيل، عندما نرى الجسم (ك) يغير اتجاهه وسرعته، على نحو بطيء، من خلال تأثير جسم آخر هو (كً)، فإننا نثبت تصوراً يقول بأنَّه من غير الممكن أنْ يصبح الجسم في ذلك الموضع،ما لم توجد أجسام أخرى مثل ا، ب، حـ... يمكن بالاستناد إليها معرفة حركة الجسم ك، لذلك فإننا نكون مدركين

---

1) Berkeley, G.: The Principles of Human Knowledge, P. 122.

لعلاقة الجسم ك بالأجسام ا، ب، حـ... فإذا تجاهلنا فجأة وجود الأجسام ا، ب، حـ... وحاولنا أنْ نتكلم عن سلوك الجسم ك في المكان المطلق، فإننا نضع أنفسنا ضمناً في خطأ مزدوج، أولاً، لأنّه لا يمكننا أنْ نعرف كيف سيسلك الجسم ك في غياب الأجسام ا، ب، حـ. وثانياً، لأنَّ أيَّة مسائل نعوزها لتثبيت حكم ما حول سلوك الجسم ك ووضعه، ستكون مجردة من أية أهمية علمية."[1] لذلك يرى (ماخ) أنَّ الحركة المطلقة والمكان المطلق ما هي إلا"بناءات عقلية خالصة،"[2] لا يمكن الوصول إليها عن طريق التجربة،لأنَّ معرفتنا الحسية التجريبية مرتبطة بالأوضاع النسبية للأجسام.

إنَّ الإنتقادات التي قدمها (إرنست ماخ) قد غيرت من فهمنا للمكان، إلا أنَّها لم تغير من طريقتنا المألوفة في التفكير والتي تعتبر الأبعاد المكانية مستقلة عن الزمن، ويعود الفضل إلى (آينشتاين) في تغييره عاداتنا الفكرية القديمة وذلك من خلال مناقشته وتحليله لبعض مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية وطرحه لمفاهيم جديدة. يرى (آينشتاين) أنَّ الكون تشغله المادة، وهذه المادة تتأثر بالمجالات الجاذبية، أي بحسب توزيع الكتل المادية وسرعتها، وأن أشعة الضوء لا تنتشر بخطوط مستقيمة حسب هندسة (اقليدس). بل تنتشر بخطوط منحنية في المجال الجاذبي عند اقترابها من هذه الكتل، وهذا ما أيدته تجارب عملية عام (١٩١٩) من خلال رصد الكسوف الكلي للشمس وكانت النتائج مطابقة لحاسبات (آينشتاين)، فإذا كانت المادة متوزعة في الكون بانتظام فإنَّها ستؤثر على المكان المحيط بها بفعل المجالات الجاذبية وتحرفه وتجعله كروياً، كما أنَّ الأشعة الضوئية سوف تنحني ولا تسير بخطوط مستقيمة حسب هندسة (اقليدس). لذلك يقول (آينشتاين) بأنَّه إذا كان الكون كروياً أو شبه كروي فمن الخطأ أنْ يوصف باللانهاية، وهو بالتالي متناه ومغلق ولكنه غير محدود.[3]

---

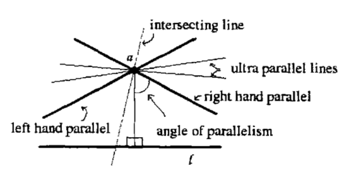
1) Mach، E.: The Science of Mechanics ،P.281

2) Ibid.: P. 280.

3) اينشتين، البرت: النسبية – النظرية الخاصة والعامة، ترجمة رمسيس شحاتة، دار نهضة مصر للطبع والنشر، ص ١٠٦.

ولكن من المعروف أنّ هندسة (إقليدس) هي هندسة مستويات، فإذا كان الكون كروياً ومنحنياً فهل يمكن لهندسة (إقليدس) أنْ تصفه؟ وإذا كانت الفيزياء الكلاسيكية قد اعتمدت هندسة (اقليدس) فأية هندسة يمكن أنْ تعتمدها نظرية النسبية العامة (The General Theory of Relativity)؟

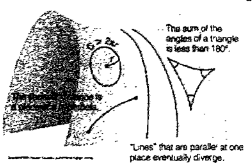
١٢ - على الرغم من ارتباط الهندسة في بداية نشأتها بالنواحي التجريبية، إلا أنّ (إقليدس) استطاع أنْ يقدم صياغة نظرية للهندسة، تقوم على مجموعة من التعريفات والبديهيات والمبرهنات. لكن إحدى هذه البديهيات وهي بديهة التوازي والتي تنص "على أنّه من نقطة خارجة عن المستقيم لا يمكن إمرار أكثر من مستقيم واحد مواز للمستقيم المرسوم، وبعبارة أخرى: المستقيمان المتوازيان لا يتلاقيان مهما امتدا."[1] كانت مصادرة التوازي هذه موضع نقاش مستمر من قبل العلماء، لأنه من الممكن التحقق من صدق قضايا هندسة (إقليدس)، أما هذه المصادرة فإنّها تتضمن فكرة اللانهاية التي لا يمكن التحقق منها بصورة تجريبية.



وبقيت هذه المسألة موضع نقاش حتى مطلع القرن التاسع عشر، حيث حاول كل من بولياي I. Bolyai (١٨٠٢ - ١٨٦٠) ولوباتشفسكي البرهنة على هذه البديهية بطريقة غير مباشرة، أي باستخدام برهان الخلف، حيث نفترض مقدماً فرضاً يكون نقيضاً للقضية المراد البرهنة عليها ثم تجري خطوات الاستدلال ؛ فإذا كانت النتيجة مناقضة لمقدمة صادقة معروفة كأنْ تكون بديهية أو قضية متعارف عليها، فهذا يعني أنّ الفرض كاذب وأنّ نقيضه هو الصادق، وهكذا بدأ كل من (بولياي) و(لوباتشفسكي). فإذا لم تكن بديهية التوازي مستقلة عن بقية البديهات، فيجب أنّ تكون مشتقة منها، ويمكن

1) الدكتور ياسين خليل: منطق المعرفة العلمية، منشورات الجامعة الليبية، ١٩٧١، ص ٣٢٣.

البرهنة عليها، وطرحوا الفرض الآتي الذي يعد نقيضاً لبديهية التوازي وهو: "يمكن إمرار أكثر من مواز واحد من نقطة خارجة"[1] عن مستقيم معلوم، وكانت النتيجة غريبة فعلاً، حيث إنَّها لم تكذب المقدمة المفروضة لتثبت المقدمة الأصلية التي طرحها (إقليدس)، بل على العكس أدت إلى نتيجة تنصّ على إمكانية بناء هندسة ببديهيات جديدة ومختلفة عن تلك التي طرحها إقليدس، وهكذا أنشأ (لوباتشفسكي) هندسة لاإقليدية فيها عدد كبير من المستقيمات الموازية مرسومة من نقطة معينة خارج المستقيم، وبالتالي يكون شكل الكون في حالة من التقعر ويشبه السرج ويكون مجموع زوايا المثلث في هندسة (لوباتشفسكي) اللاإقليدية أقل من ١٨٠°.



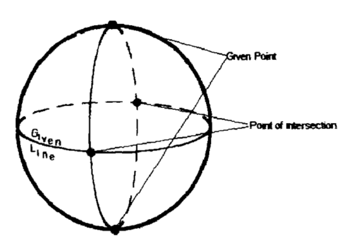
واستطاع (ريمان) كذلك من إنشاء هندسة لاإقليدية وذلك باستخدام برهان الخلف، ولكنه بدأ من مقدمة تختلف عن تلك التي بدأ منها (لوباتشفسكي)، حيث افترض (ريمان) مقدمة مناقضة لبديهية التوازي تنصّ على أنَّه "لا يمكن إمرار ولا مواز واحد من نقطة خارجة"[٢] وتوصل إلى نتيجة لا تناقض بديهية التوازي. وهكذا تمكن من إنشاء هندسة جديدة لا توجد فيها مستقيمات بل منحنيات، لأنَّ هندسة (ريمان) تقوم على افتراض أنَّ الكون منحنٍ، وتكون الكرة حالة خاصة له وبالتالي لا يمكن رسم ولا موازٍ واحد لأن جميع المستقيمات تنحني لتلتقي وتتقاطع في نقطة معينة، وهكذا فإن ثلاثة خطوط في هندسة (ريمان) اللاإقليدية تكون مثلثاً مجموع زواياه أكبر من ١٨٠ درجة.[٣]

---

1) المصدر السابق: ص ٣٢٥.

2) المصدر السابق: ص ٣٢٥.

3) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ترجمة امين الشريف، المؤسسة الوطنية للطباعة والنشر بيروت، ١٩٧٥، ص٣٤ – ٥٣، حيث يقدم دراسة وافيه للهندسات اللاقليدية.

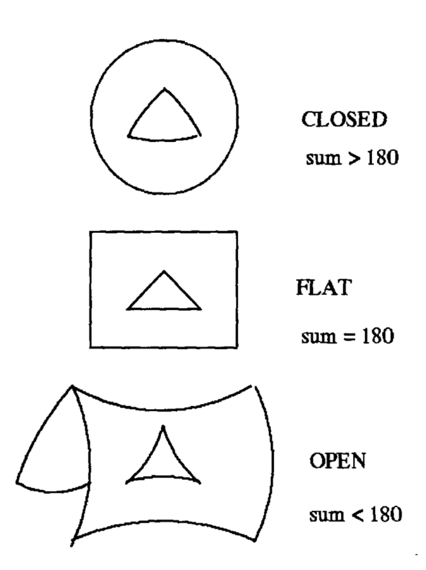


يظهر مما سبق وجود هندسات أخرى للمكان غير هندسة (إقليدس)، تقدم تصوراً جديداً للمكان، يختلف عما تطرحه هندسة (اقليدس)، ولكن الأخيرة يمكن أنْ تنطبق على عالمنا الأرضي وقياستنا المحسوسة، ويرى (بوانكاريه) أنَّ اختيار إحدى الهندسات واستخدامها عبارة عن مسألة اصطلاحية تخضع للاتفاق والمواضعة، ويرى أن هندسة (إقليدس) أصلح من غيرها لاستعمالاتنا اليومية، لكن هندسة (إقليدس) تقرر لانهائية الكون، إما (آينشتاين) فقد أراد اختيار هندسة يصف بها الكون الذي رأى أنَّه متناه ومنحن تبعاً لتوزيع الكتل المادية فيه وتأثرها بالمجال الجاذبي، ولما كانت هندسة (ريمان) هندسة منحنياتفإنها تكون أفضل من غيرها في وصف الكون، ويرى (آينشتاين) "أن الكون لا يتبع النظام الإقليدي على ما يبدو، بل هو مزيج من الأنظمة الأساسية الثلاثة التي تتغير من مكان لآخر بحسب توزيع المادة فيه."[1] وبهذا تصبح مفاهيم الزمان والمكان تابعة للمادة وتوزيعها من خلال علاقتها بحقل الجاذبية، كما يظهر بأن هندسة (إقليدس) ليست هي التصور الوحيد للمكان المفروض على أذهاننا بصورة قبلية كما رأى (كانت) حيث أنَّ هنالك إمكانيات أخرى للتصور، وكما يعبر (بوانكاريه): إنَّ "المكان الإقليدي ليس شكلاً مفروضاً على إدراكنا ما دمنا نستطيع تخيل المكان اللاإقليدي."[2]

---

1) المصدر السابق: ص ٥٤.

2) Poincare, H.: The Value of Science, P. 40.


CLOSED
sum > 180
FLAT
sum = 180
OPEN
sum < 180

المبحث الثالث: القوة

١٣ - قدم نيوتن في كتابه (المبادئ) عدة تعريفات لمفهوم القوة كان أحدها يأخذ القوة بمعناها الفلسفي القديم، أي باعتبارها علة للحركة، وقد اعتبر (أرسطو) العلة الفاعلة هي القوة المؤثرة على حركة الأجسام، حيث رأى أنَّ للأجسام ميلاً ذاتياً للتحرك نحو مكانها الطبيعي، وما أنْ يصل الجسم مكانه الطبيعي حتى يكف عن الحركة ويبقى ساكناً لا يتحرك ما لم تؤثر عليه قوة ما فتحركه.[١] ولكن (أرسطو) لم يكتف بجعل القوة علة للحركة بل رأى أنَّ هذه العلة هي علة خارجية لا مادية،وهي سبب جميع الحركات أو هي المحرك الذي لا يتحرك.[٢]

لقد غيرت الديناميكا الحديثة تماماً ذلك التصور القديم لمفهوم القوة، حيث انتقد (غاليلو) مبدأ(أرسطو) السابق ذكره، عن طريق تجارب أجراها على حركة أجسام على سطح أملس للتخفيف من قوة الاحتكاك، ورأى أن الجسم يستمر على حالته من السكون أو الحركة المنتظمة في خط مستقيم ما لم يضطر إلى تغيير حالته هذه بفعل قوى مؤثرة عليه، وهو ما يسمى بمبدأ القصور الذاتي، الذي أصبح فيما بعد القانون الأول في فيزياء نيوتن.

إنَّ البعض يرى أنَّ مفهوم القوة قد نشأ عن الملاحظة البشرية للقوى العضلية المبذولة في حالتي السحب أو الدفع، إلاَّ أنَّني غير معنٍي هنا بالبحث عن الأصل السيكولوجي للمفاهيم العلمية، بل عن الصياغات العلمية - الفلسفية التي أخذتها هذه المفاهيم في القرن السابع عشر، وخصوصاً كما ظهرت في الفيزياء الكلاسيكية والانتقادات التي وُجهت إليها من قبل العلماء وفلاسفة العلم، حيث كان مفهوم القوة أحدالأنفاق التي تربط الفيزياء بالتأملات الفلسفية.

---

1) ارسطوطاليس: الطبيعة، ج٢، ص ٧٣٣. وقارن:

Aristotle: Physica, p. 24b.

2) المصدر السابق: ج٢، ص ٨٦٢، وقارن:

Aristotle: Physica, p. 258b.

لنفترض أنَّ الجسم (أ) يسير بسرعة ثابتة وعلى خط مستقيم، ثم بدأت سرعته تزداد فجأة، فهذا يعني أنَّ قوة ما قد أثرت عليه واكسبته تعجيلاً موجباً، وأنَّ هذا التعجيل مساوٍ لحاصل قسمة سرعته على الزمن الذي استغرقه في قطع المسافة، أي أنَّ:

ع = س/ن

حيث أنَّ ع هي التعجيل وس هي السرعة ون تساوي الزمن.

وبالاستعاضة عن السرعة بما يساويها حيث أنَّ:

السرعة = المسافة/الزمن

فإنَّ التعجيل = م/ن^2

حيث م هي المسافة، أي أنَّ القوة تتناسب تناسباً طردياً مع التعجيل على افتراض أنَّ الكتلة تبقى ثابتة، كما أنَّ القوة التي تحرك الجسم (أ) مسافة (م) في زمن (ن) يمكنها ان تحرك نصف الجسم (أ) ضعف المسافة خلال نفس الزمن، أي أنَّ تعجيل الجسم يتناسب عكسياً مع كتلته، إذا افترضنا أنَّ القوة ثابتة، ولكن ما الذي نعنيه بمفهوم الكتلة ومفهوم القوة؟

يقدم نيوتن في كتابة (المبادئ) إجابة على هذا السؤال، حيث يُعَرِّفُ الكتلة أو كما يسميها كمية المادة بأنَّها تنتج من "كثافتها وحجمها معاً."[1] وعلى الرغم من أنَّ الكثافة يمكن أنْ تعرَف بأنَّها كتلة وحدة الحجوم، إلا أنَّ نيوتن لم يناقش هذه المسالة، وإنما قرر في تعليقه على التعريف أنَّ كتلة الجسم تقاس بواسطة وزنه الذي يتناسب معها، وقد انتقد (ماخ) هذا التعريف للكتلة. ثم انتقل نيوتن إلى التعريف الثاني عن كمية الحركة التي يعتبرها ناتجة "عن السرعة وكمية المادة معاً."[2] أي إنَّ كمية الحركة أو الزخم مساوية لحاصل ضرب الكتلة في السرعة. أما في التعريف الثالث فيطرح نيوتن فهمه للقوة الكامنة في المادة بوصفها "قدرة على المقاومة يستمر كل جسمٍ بواسطتها، وبقدر وجودها فيه، على حالته الحاضرة، سواءً أكانت سكوناً أم حركةً منتظمة إلى الأمام في خط مستقيم."[3] وهذه القوة الكامنة، كما يعلق نيوتن

1) Newton, I.: The Principles, p. 1.
2) Ibid.: p. 1.
3) Ibid.: p. 2.

على التعريف، لا تؤثر إلا إذا حاولت قوة أخرى أنْ تؤثر على الجسم وتغيَر حالته، فعندئذ يتخذ تأثير القوة الكامنة شكلين:

الأول: على شكل مقاومة لهذه القوة المؤثرة لكي يبقى الجسم محتفظا بحالته الحاضرة وهي السكون.

الثاني: على شكل دفع في الأجسام المتحركة عندما تحاول القوة المؤثرة تغيًر حالة الجسم الحركية. وهذه القوة ستظهر في قانون نيوتن الأول بوصفها قوة القصور الذاتي للجسم.

إما في التعريف الرابع فيطرح نيوتن نوعاً آخر من القوة، وهو القوة المؤثرة، والتي يعتبرها "فعلاً يؤثر على الجسم كي يغيَر من حالته، سواء أكانت سكوناً أم حركة منتظمة في خط مستقيم."[1] وهذه القوة المؤثرة تتكون من الفعل فقط، لذلك لا تبقى في الجسم بعد انتهاء الفعل: لأن الجسم يحافظ على كل حالة جديدة بواسطة قصوره الذاتي، ويحدد نيوتن مصادر هذه القوة المؤثرة، بالتصادم أو الضغط أو القوة الجاذبة المركزية.

ويرى (ماكس جامر) أنَّ تعريف نيوتن للقوة المؤثرة مرتبط بمبدأه الميتافيزيقي في السببية، حيث يكون لكل تغيّر علة بالضرورة، وعلة حركة الجسم هنا هي القوة المؤثرة عليه.[2]

وفي التعريف الخامس يقدم نيوتن القوة الجاذبة المركزية بوصفها "القوة التي تتجاذب أو تتنافر بها الأجسام والتي تنحرف بفعلها عن أي طريق نحو النقطة مركزية."[3] ثم يطرح نيوتن بعد هذاتعريفات أخرى عن الكمية المطلقة لقوة جاذبة وغيرها. ويذكر في تعليقه على التعريف الثامن بأنَّه سيأخذ بنظر الاعتبار النواحي الرياضية لهذه القوى وليس الجانب الطبيعي أو الفيزيائي لها.[4]

إنَّ هذا التشويش والغموض في مفهوم القوة وتعدد معانيه في التعريفات نجده كذلك في قوانين نيوتن الثلاثة للحركة، حيث تظهر القوة في القانون الأول الذي ينص على أنَّ "الجسم يستمر على حالته من السكون أو الحركة

---

1) Ibid.: p. 2.
2) Jammer, M..: Concepts of Forc, Harvard University,Mass. 1957,P. 121.
3) Newton, I.: The Principles, p. 2.
4) Ibid.: P. 5.

المنتظمة في خط مستقيم ما لم يضطر إلى تغيير حالته هذه بفعل قوى مؤثرة عليه."[1] حيث تظهر القوة هنا كما ظهرت في التعريف الثالث للقوة الكامنة، على شكلين: مقاومة ودفع.

أما القانون الثاني، والذي يسمى بقانون القوة فإنه ينص على أنَّ "تغير الحركة يتناسب مع القوة المؤثرة ويكون باتجاه الخط الصحيح الذي تفعل فيه هذه القوة المؤثرة"[2] فإذا أثرت قوة على جسم، فإنها ستحركه باتجاهها وتكسبه تعجيلاً معيناً يتناسب مع تلك القوة المؤثرة، أي أنَّ القوة تتناسب تناسباً طردياً مع التعجيل والكتلة ثابتة، وتصبح القوة مساوية لحاصل ضرب الكتله في التعجيل، أو:

ق = ك xع

لكن نيوتن قد ذكر في التعريف الثاني أنَّ كمية الحركة تنتج من السرعة وكمية المادة معاً، أي أنَّها مساوية لحاصل ضرب الكتلة في السرعة، أو:

الزخم = ك xس

فتصبح نسبة التغيُّر في الزخم متناسبة مع القوة المؤثرة، وفي نفس اتجاهها، أي أنَّ القوة مساوية لحاصل قسمة الزخم على الزمن، أو هي المعدل الزمني لتغير الزخم، وهذه هي الصيغة الثانية لقانون نيوتن في القوة.

أما القانون الثالث، والذي يسمى بقانون الفعل ورد الفعل، والذي ينص على أنَّ "لكل فعل رد فعل يساويه دائماً ويعارضه في الاتجاه، أو الفعلان المتبادلان لجسمين على بعضهما يكونان متساويين دائما وموجهين لأجزاء متضادة."[3] إن هذا القانون يختلف عن القانونين الأولين، حيث تظهر القوة فيهما باتجاه واحد فقط، أما في القانون الثالث فإنها تظهر في اتجاهين متضادين.

١٤- يظهر مما تقدم أنَّ مفهوم القوة عند نيوتن مفهوم غامض له عدة معان، حيث اعتبرت القوة مرة بوصفها علة للحركة توجد قبلها وعلى نحو مستقل عنها واعتبرت مرة أخرى بوصفها قوة دافعة تؤثر على الجسم فتكسبه تعجيلاً معيناً،

1) Ibid.: I. B.
2) Ibid.: P. B.
3) Ibid.: P. B.

ومن جهه أخرى، اعتبرت شيئاً ما يوجد في الجسم المتحرك، فتكون أشبه بكمية الحركة أو طاقة الجسم الحركية عندما يكون متحركاً.

إنَّ هذا الغموض في مفهوم القوة نتيجة تعدد معانيه، جعل منه موضوعاً للمناقشة، والنقد من قبل الفيزيائيين والفلاسفة على حد سواء بغية تنقية النظرية الفيزيائية من المفاهيم الغامضة، حيث يشترط منطقياً أنْ تكون مفاهيم النظرية محددة بوضوح، بحيث لا يكون للمفهوم الواحد أكثر من معنى واحد، وقد أثمرت هذه المناقشة لمفهوم القوة في ظهور نظام ميكانيكي جديد، ويرى (ماكس جامر) أنَّ لمناقشة القوة "أثراً على تطور الفيزياء وتفسيراتها الفلسفية مشابهاً لذلك الأثر الذي أحدثته مشكلة البديهية الخامسة لإقليدس، بديهية التوازي المعروفة، على التطور المنطقي للهندسة."[1] فكما أنَّ مناقشة بديهية التوازي عند (إقليدس) قد أدت إلى ظهور هندسات لاإقليدية، كذلك فإنَّ مناقشة مفهوم القوة عند نيوتن أدى إلى ظهور نظام ميكانيكي جديد يستغني عن مفهوم القوة تماماً كما سنرى عند مناقشة آراء (هاينريخ هيرتز).

قدم (بيركلي) نقداً لمفهوم القوة عند نيوتن، واعتبره من المفاهيم التي تساعدنا على الفهم لغرض حساب حركات الأجسام المتحركة وليس فهم الطبيعة البسيطة للحركة ذاتها، حيث يكون مفهوم القوة عبارة عن فرض رياضي ولا يدل على شيء أو صفه فيزيائية حقيقية موجودة في الطبيعة، لأنَّما يوجد في الطبيعة هو الجسم المتحرك ولهذا يرى أنَّ مفهوم القوة يعد من الفروض التي تمكننا من إعطاء نتائج صحيحة دون حاجة للإفتراض بأنَّها تكون جزءً من الطبيعة نفسها، كما يرى (بيركلي) أنَّ مفهوم القوة الفاعلة أو المؤثرة غير قائم على أساس تجريبي وإنما هو حد يشوبه الغموض.[2]

إنَّ الفيلسوف (بيركلي) يتوجه بالنقد لمفهوم القوة بوصفها شيئاً ما موجوداً في الطبيعة على نحو حقيقي ويرفض كونها سبباً للحركة لكي يثبت

---

1) Jammer, M.: Concepts of Force, P. 200.

2) Berkeley, G.: Of Motion, In Berkeley's Philosophical Writings. (Ed) by, D.M. Armstrong, Ollier Book, New York, 1965, P. 255.

فهما ميتافيزيقيا لأسباب الحركة مرتبطاً بفلسفته عموماً، حيث يجعل من الإله أو الجوهر اللامادي علة فاعلة حقيقية لجميع الحركات.

لقد قامت أواخر القرن التاسع عشر محاولات علمية للتخلص من المفاهيم الغامضة التي لا تخضع للتجربة والقياس أو التي لا تحقق فائدة للنظرية الفيزيائية نظراً لتعدد معانيها. وقد قام (آرنست ماخ) بمحاولة نقد بعض مفاهيم نيوتن، إلاّ أنَّ المحاولة العلمية - الفلسفية الدقيقة في مناقشة مفهوم القوة كانت من قبل (هاينريخ هيرتز) الذي يرى أن البحث في طبيعة القوة يعد واحداً من المشكلات الرئيسية في الفيزياء، لذلك تصدى (هيرتز) لمناقشة هذا المفهوم، حيث يرى إنَّ نظام نيوتن الميكانيكي قد بدأ بأربعة مفاهيم أساسية هي: الزمان والمكان والكتلة والقوة. ولكن القوة اعتبرت فيه علة للحركة توجد قبلها وعلى نحو مستقل عنها، ويناقش (هيرتز) هذا الفهم للقوة عن طريق المثال التالي: (1)

إذا أخذنا حجراً مربوطاً بخيط وحركناه بشكل دائري فإن القوة المبذولة من قبلنا والمؤثرة على الحجر تحاول أن تحرفه عن طريقة أو عن خط حركته، فإذا غيرنا القوة وكتلة الحجر وطول الخيط، فإننا نجد أنَّ الحركة الفعلية للحجر مطابقة دائماً لقانون نيوتن الثاني. ولكن القانون الثالث عن الفعل ورد الفعل يفترض قوة مضادة للقوة الأولى المبذولة على الحجر بواسطة اليد، بحيث لو ترك الخيط لخرج الحجر عن مساره الدائري وانطلق نحو إحدى الجهات. وإنَّ التفسير المعتاد لهذه القوة المعارضة، هو أنَّ الحجر يؤثر على اليد نتيجة للقوة الطاردة عن المركز، وأنَّ هذه القوة الطاردة مساوية بالضبط ومعارضة للقوة المبذولة من قبلنا في تحريك الحجر حركة دائرية وهذا يعني انطباقها على القانون الثالث للحركة.

وهنا يتسائل (هيرتز): إنَّما نسميه قوة طاردة، هل هو شيء آخر أكثر من القصور الذاتي للحجر؟ وهل نستطيع دون أنْ ندمر الوضوح في تصوراتنا، أنْ نأخذ تأثير القصور الذاتي مرتين في حساباتنا - أولاً باعتباره كتلة وثانياً

1) Hertz, H.: The Principles ofMechanics, Dover publications, New York,1956, p.5.

كقوة؟"[1] يرى (هيرتز) إنَّ الإجابة عن هذا السؤال يجب أنْ تكون بالنفي، لأنَّ هذه الطريقة في التفكير غير مسموح بها علمياً، حيث تعتبر القوة سبباً للحركة توجد قبلها ثم نتحدث عن القوى التي تظهر خلال الحركة باعتبارها نتيجة للحركة، إنَّ هذا يؤدي، كما يرى (هيرتز)، إلى إرباك أفكارنا وتصوراتنا، لذلك يقرر أنَّ القوة الطاردة "ليست قوة على الإطلاق"[2] وأنَّ تسميتها بقوة قد قبل كتقليد تاريخي.

كما أنَّ القوة تظهر في القانونين الأولين بوصفها تؤثر على الجسم باتجاه واحد فقط، بينما في القانون الثالث تظهر القوة بوصفها تؤثر على جسمين باتجاهين متضادين. ويستنتج (هيرتز) أنَّ تصور القوة في القانونين الأولين يختلف اختلافاً طفيفاً عنهما في القانون الثالث، وأنّ هذا الاختلاف على الرغم من بساطته إلا أنَّه كافٍ لإحداث الإرباك والغموض، وكما يظهر في عدم قدرة القانون الثاني في صيغته (ق = ك x ع) في تفسير قوة شد الخيط والقوة الطاردة عن المركز.

يحاول (هيرتز) بناء نظام ميكانيكي بطريقة منطقية، تتوفر فيها البساطة: فيحاول أنْ يبدأ بمفاهيم مُعَرَّفة على نحو واضح ودقيق، بحيث لا يؤدي استخدامها إلى إرباك في تفسير ظواهر معينة. لكنْ مفهوم القوة عند نيوتن لم يتوفر فيه هذا الشرط، حيث ظهر المفهوم مرة بوصفه قوة محركة للجسم أو علة للحركة، ومرة كقوة كامنة يمتلكها الجسم، ويرى (هنري بوانكاريه) أن القول بأن القوة علة للحركة قولاً ميتافيزيقياً وغامضاً، وأنَّ التعريف لكي يحقق بعض الفائدة عليه أنْ يخبرنا عن الكيفية التي نقيس بها القوة، وليس من الضروري أنْ يخبرنا التعريف عما هي القوة في حد ذاتها، وهل هي علة أم نتيجة للحركة.[3] وقد تجلى هذا التعريف المنطقي واضحاً في فلسفة برجمان الإجرائية، التي تؤكد على ضرورة مطابقة المفهوم لمجموعة الإجراءات التي نقيسه بها ولا داعي لتعرف المفاهيم بواسطة خصائصها.

---

1) Ibid.: P. 6.
2) Ibid.: P. 6.
3) Poincare. H.: Science and Hypothesis, Dover Publication, London, 1952, p.98.

وبما أنَّ مفهوم القوة قد ظهر بأكثر من معنى واحد، فهنالك احتمالان:

الأول: إما أنْ يستخدم مفهوم القوة بإحدى هذه المعاني فقط؛ حيث لا يجوز أنْ يكون للمفهوم أكثر من معنى واحد.

الثاني: إما أنْ يستغنى عنه نهائياً.

ولكن إذا أُخذ مفهوم القوة حسب الاحتمال الأول، أي بأحد معانيه فقط فإنه لا يكفي لتعليل بعض الظواهر الأخرى، لذلك آثر (هيرتز) الاحتمال الثاني، واستغنى عن المفهوم نهائياً، حيث بنى نظامه الميكانيكي بثلاثة مفاهيم فقط هي: الزمان والمكان والكتلة. حيث يعتبر (هيرتز) هذه المفاهيم لا معرفات يُعَرَّف بواسطتها بقية المفاهيم، وبهذا يكون (هيرتز) قد استغنى عن القانون الثاني للحركة كما طرحه نيوتن. ولكن القانون الثالث في الفعل ورد الفعل لا تختلف فيه القوة عنها في القانون السابق إلا قليلاً، وهي كونها تظهر باتجاهين متضادين، لذلك بدأ (هيرتز) من القانون الأول فقط، قانون قصور الذاتي؛ مغيراً فيه بعض الشيء، لأنَّه بصيغته التي طرحها نيوتن يتضمن القوة كطاقة حركية للجسم وكمؤثر أو سبب للحركة. وأنَّ الجسم حسب هذا القانون يستمر على حالته من السكون أو الحركة المنتظمة في خط مستقيم ما لم يضطر إلى تغييرها بفعل قوى مؤثرة عليه. أما (هيرتز) فإنَّه يبدأ من هذه المفاهيم الأساسية الثلاثة كأشياء مستمدة من الخبرة، والتي تكون أساساً لهندسة الحركات البحتة Kinematics[1] وإنَّ العلاقة التي تربطها تكون مطابقة مع التجربة ويمكن تلخيصها بقانون أساسي واحد مشتق من التجربة. كما يقول (هيرتز)، وينص على أنَّ:

"كل نظام حر يستمر على حالته من سكون أو حركة منتظمة في الخط الأكثر استقامة"[2].

---

1) الكينماتيكا (Kinematics) او هندسة الحركات البحتة، هي فرع من الديناميكا، يبحث في دراسة حركات الاجسام من حيث علاقتها بالمكان والزمان بغض النظر عن مادتها وعن القوة المحدثة او المغيره للحركة. انظر في ذلك معجم الرياضيات، اعداد لجنة من الخبراء في وزارة التربية الأردنية، مكتبة لبنان، بيروت ١٩٨٠، ص. ٩٣.

2) Hertz, H.: The Principles of Mechanics, P. 145.

هنا يختفي مفهوم القوة من هذا القانون وتبقى فقط العلاقة بين الأجسام أو الكتل مع بعضها. غير أنَّ (هيرتز) يرى أنَّ من الملائم إدخال فكرة القوة في نظامة الميكانيكي، ولكن ليس باعتبارها شيئاً يوجد مستقلا عنا، وإنما إدخال القوة كفكرةٍ رياضية مساعدة، تكون خصائصها في حوزتنا تماماً، وبهذا لا تكوَن بذاتها أي شيء غامض بالنسبة لنا.[1]

وهكذا طبقاً لقانون (هيرتز) الأساسي، فإن أي جسمين يعودان لنفس النظام تُحدد حركة إحداهما بواسطة الآخر، ويقسم (هيرتز) هذا التحديد في الحركة إلى مرحلتين، وهنا تظهر القوة، حيث تكون حركة الجسم الأول تحدد وتعين قوة ما، وهذه القوة تحدد حركة الجسم الثاني، وهكذا يمكن اعتبار مفهوم القوة "حداً وسطاً يتم تصوره بين حركتين فقط."[2]

وقد أصبحت القوة في الفيزياء الحديثة حداً وسطاً، أو دالة في المعادلة العكسية:

تعجيل ↔ قوة ↔ مجال

حيث يستدل من تعجيل حركة الجسم على وجود قوة، والتي تعني بدورها وجود مجال، سواء أكان مجالاً جاذبياً أو كهرومغناطيسياً، وبالعكس.

ويرى هيرتز أنَّ هذا النظام الميكانيكي،الذي يبدأ بثلاثة مفاهيم ومبدأ أساسي واحد، ليس أقل غنى من ذلك النظام الميكانيكي الذي أقامه نيوتن، والذي يبدأ بأربعة مفاهيم. و"ليس أقل غنىً وتنوعاً مما يتطلب لوصف الطبيعة."[3] وبهذا يكون (هيرتز) قد لعب دوراً فلسفياً مهماً في مناقشته لأسس الفيزياء وبنيتها المنطقية، مبعداً بذلك الغموض الذي لحق بمفهوم القوة عند نيوتن، باعتباره يخل بالشرط المنطقي الضروري في وضوح مفاهيم النظرية وعدم تناقضها، ولهذافإننا يمكن أنْ نعتبر (هيرتز) في مناقشته لمفهوم القوة واستحداثه لنظام جديد في الميكانيك لا يقل أهمية عن كل من (ريمان) و(لوباتشفسكي) في استحداثهما هندسات لاإقليدية.

---

1) Ibid.: P. 28.
2) Ibid.: P. 28.
3) Ibid.: P. 28.

المبحث الرابع: الأثير

١٥ - يعتبر الأثير أحد المفاهيم التي حظيت باهتمام كل من الفلاسفة والعلماء على حد سواء، واستخدم في تاريخ العلم والفلسفة مرتين ولغرضين متباينين، حيث استخدم مرة في الفلسفة لتبرير بعض الاعتقادات الميتافيزيقية، واستخدم مرة أخرى في العلم لتفسير ظواهر علمية.

لقد اعتبر (أرسطو) الأثير عنصراً خامساً بالإضافة إلى العناصر الأربعة، باعتباره مادة مكونة للكواكب والأجسام السماوية التي تؤلف عالم ما فوق فلك القمر الذي يجب انْ يكون، حسب اعتقاد الفلاسفة، عالماً روحانياً خالداً لا يتغير، ويتكون من عنصر آخر غير قابل للفساد ولا يتصف بالخفة أو الثقل، ويملأ المكان وهو الأثير.[1] خلافا لعالم ما تحت فلك القمر الذي هو عالم التغير أو عالم الكون والفساد.

بقي هذا التصور للأثير سائداً في القرون الوسطى، لكن في أواسط القرن السابع عشر انتقل الأثير إلى حقل العلم واستخدم من قبل العلماء لتفسير بعض الظواهر الطبيعية، حيث ظهرت نظريتان في تفسير طبيعة الضوء وهما النظرية الموجية (Wave-Theory) والنظرية الجسيمية أو الدقائقية (Corpuscular-Theory)، تبنى الأولى كريستيان هويجنز C. Huygens (١٦٢٩ - ١٦٩٥) في حين دافع نيوتن عن النظرية الجسيمية التي تنص على أنَّ الضوء يتكون من أعداد لا نهاية لها من جسيمات صغيرة جداً تقذفها الأجسام المضيئة في جميع الاتجاهات. وقد رأى نيوتن أنَّ هذه النظرية تستطيع أنْ تفسر سبب وجود الظلال الحادة، فإذا وضعنا ورقة أو أي جسم أمام مصدر ضوئي فإنَّه يترك وراءه ظلاً واضحاً له، مما يدل على أنَّ الضوء يتكون جسيمات تنتشر في خطوط مستقيمة ولو كان الضوء يتكون من موجات، لما ترك مثل هذه الحافات الحادة من الظلال، أي لكان انحنى من ورائها. إما (هويجنز) فيرى أنَّ الضوء إذا كان يتألف من جسيمات فإن

---

1) ارسطو طاليس: في السماء والاثار العلوية، ص ١٣٨، ١٤٠ وقارن:

Aristotle: De Caelo, P. 270a-

الشعاعات الضوئية عند تخلل أحدها للآخر سوف تصطدم بعضها ببعض، وإنَّ اصطدامها هذا يقلل من سرعتها، في حين لاحظ (هوينجز) إمكانية مرور شعاع ضوئي من خلال آخر، دون أن يؤثر أحدهما على الآخر أو يقلل من سرعته، لذلك فضل الأخذ بالنظرية الموجية، التي تقول بأن الضوء عبارة عن موجات وليس جسيمات، فإذا سقط حجر في ماء فإنه يحدث تموجات تنتشر حوله، فالذي يتحرك هو الموجة وليس المادة، وقد انطلق (هويجنز) في نظريته هذه من المماثلة بينها وبين نظرية انتقال الصوت، هي أنَّ الصوت ينتقل على شكل موجات خلال وسط مادي هو الهواء.[1] وفسرت النظرية الموجية ظاهرة الظلال الحادة على أساس أنَّ التموجات صغيرة جداً وأنَّ المسافة بين قمتي موجتين متتاليتين صغيرةٌ جداً مما يجعل من الصعوبة ملاحظتها . وهذا يثبت أنَّ الضوء يحيد عن الجسم المحدث للظل، ومع هذا فقد بقيت النظرية الجسيمية هي السائدة، نظراً لسطوة أفكار نيوتن آنذاك وانتشارها، إلى أنْ ظهرت ظواهر جديدة عجزت النظرية الجسيمية عن إيجاد تفسير لها مثل التداخل والاستقطاب، حيث تمكن فرينيل Fresnel (١٧٨٨ - ١٨٢٧) من تفسير هذه الظواهر تجريبياً بالاستعانة بالنظرية الموجية، وأثبت تجريبياً صحة الفرض الذي طرحته النظرية الموجية عن الحيود، وأثبت أنَّ موجات الضوء مستعرضة وليست طولية، كما أثبت جان فوكول J. Foucoult (١٨١٩ - ١٨٦٨) بطريقة تجريبية أنَّ سرعة الضوء في الماءأقل من سرعته في الهواء على خلاف ما اعتقدت به النظرية الجسيمية من أنَّ سرعته في الوسط الأكثر كثافة تكون أكبر، وهكذا بدأت النظرية الموجية في الظهور مرة أخرى، تدعمها الشواهد التجريبية وتؤيد قدرتها على تفسير الظواهر الطبيعية على نحو أبسط مما تفعل النظرية الجسيمية.

ولكن إذا كان الضوء عبارة عن موجات مستعرضة تنتقل بطريقة مشابهة لانتقال الصوت الذي ينتقل عبر وسط مادي هو الهواء، فلا بد من وجود وسط ينقل موجات الضوء، فما هو الوسط الذي يستطيع نقل موجات الضوء؟

1) Huygens, C.: Treatise On Light, In Great Books, William Benton Publisher, Chicago, 1952, Vol 34, P. 553, 554.

لقد افترض أنَّ هذا الوسط هو الأثير، واسبغت عليه النظرية الموجية من الصفات ما يجعله قادراً على نقل موجات الضوء التي تتطلب وسطاً مادياً صلباً لينقلها، فوصف الأثير بالصلابة. أما نيوتن فقد احتاج للأثير لتفسير بعض الظواهر على أساس نظريته في التأثير عن بعد، حيث يرى أنَّ قوة الجاذبية تستلزم وسطاً يتم من خلاله نقل هذا التأثير ونقل القوة الجاذبة.[1] والأثير هو الوسط الذي يقوم بنقل هذا التأثير.

كما أنَّ تَبَنِّي نيوتن للنظرية الجسيمية التي تقول بوجود جسيمات متذبذبة اضطره للقول بوجود شيء ما تحدث فيه هذه الذبذبة وهو الأثير، واعتبره في البداية فرضاً، على الرغم من موقفه الواضح من الفروض والذي ذكرته فيما سبق، ووجد أنَّ الأثير لا تدعمه أدلة تجريبية لا في وجوده ولا في صفاته سوى أنَّه وسط يتذبذب وينقل الضوء. ولكن إذا كان الأثير وسطاً كثيفاً سائلاً يملأ الكون أو المكان، فإن كثافته هذه، مهما كانت قليلة، ستعيق حركة الكواكب وتقلل من سرعتها. ولكن الملاحظة والمشاهدة لا تشير إلى ذلك، كما يرى نيوتن، لذلك يقول: إنَّ الأثير إذا كان يعيق عمليات الطبيعة ويضعف من حركاتها فإن وجوده يكون غير واضح وغير محدد ومن الأفضل أنْ يرفض، ولكننا إذا رفضناه فإنَّ النظرية التي تقول أنَّ الضوء يتكون من حركة منتشرة خلال هذا الوسط سوف ترفض معه.[2] لذلك اضطر نيوتن إلى استبقاء فرض الأثير من أجل نظريته في الضوء، وأضاف له بعض الصفات لكي يجعله أكثر ملاءمة للحالتين فوصفه كما يقول في رسالته إلى (أولنبرغ Henry Oldenburg)، بالمطاطية والغروية، وكونه أكثر تخلخلاً من الهواء، وأدق منه، لكي لا يؤثر على حركة الكواكب.[3]

اعتبر (ماكسويل J. C. Maxwell (١٨٣١ - ١٨٧٩) الأثير وسطاً له كثافة محدودة ويملأ جميع المكان ويتخلل جميع الأجسام،[4] حيث توصل

---

1) Thayer, H. S.: (Ed.) Newton'S Philosophy of Nature, Selections from his Writings, Hafner Publishing Company, New York, 1960, P. 54.
2) Burtt, E. A.: The Metaphysical Foundations, P. 269.
3) Thayer, H.S.: (Ed) Newton's Philosophy of Nature, P. 84.
4) Maxwell, J. C.: A Treatise on Electricity and Magnetism, Dover Publication, New York, 1954, Vol 2, P. 432, 492.

(ماكسويل) في أبحاثه إلى فكرة المجال الكهرومغناطيسي والموجات الكهرومغناطيسية التي أثبت (هيرتز) فيما بعد أنها تتحرك بسرعة الضوء، وبالتالي لا بد لها من وسط ينقلها واعتبر الأثير ناقلاً لها من مكان لآخر.

وهكذ أصبح للأثير عدة صفات لكي يكون ملائماً لتفسير عدد كبير من الظواهر الطبيعية، فقد اعتبر الأثير شفافا ثابتا لا حركة له، يملأ الكون ويتخلل جميع الأجسام وله صفة الصلابة عندما ينقل الضوء بموجاته المستعرضة وسرعتها العالية جداً، و لكنه بهذا يؤثر على حركة الكواكب فمنح صفة السيولة أو الغروية.

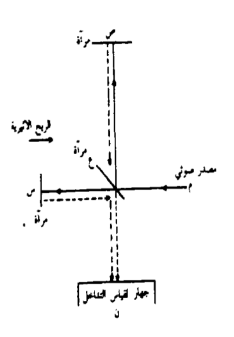
والسؤال الذي لابدأن يُسأل هو: هل ثمة وجود لمفهوم في الفيزياء له مثل هذا التعريف الغامض، وهذه الخَصائص المتنوعة؟ هل إنَّ مثل هذه المفهوم يمكن أنْ يكون صالحاً لاستخدامه في الفيزياء؟

والجواب يكون قطعاً بالنفي لأنَّ الفيزياء تعتمد المفاهيم التي يمكن أنْ تُرْبَطَ بالتجربة، وبوحدات إجرائية معينة يعبر عنها بلغة رياضية دقيقة، وبما أنَّ مفهوم الأثير لا تتوافر فيه هذه الشروط فقد تعرض لانتقادات عدة كانت حاسمة تماماً في تاريخ العلم وسأناقشها في الفقرة التالية.

١٦ - بقي الأثير بصفاته الغامضة المتعددة هذه غير قابل للفحص، والعلم لا يمكن أنْ يقوم إلا على مفاهيم تخضع للتجربة والقياس، وفي نهاية القرن التاسع عشر أجرى (ميكلسون) A. A. Michelson (١٨٥٢ - 1931) تجربة عام (١٨٨١) لغرض قياس سرعة الأرض بدلالة الأثير ثم أعادها عام (١٨٨٧) مع زميله (مورلي) E. W. Morley (١٨٣٨ - ١٩٢٣) وتقوم تجربة (ميكلسون - مورلي) على الافتراضب أنَّ الضوء ينتشر على شكل موجات في الأثير، وأنَّ الأرض في حالة حركة مستمرة خلال الأثير، وبحركتها هذه تحرك الأثير المحيط بها محدثةً ريحاً أثيرية حولها وباتجاه حركتها، وبالتالي فإن ارسال إشارة ضوئية من مكان معين باتجاه حركة الأرض والريح الأثيرية سيجعلها أسرع من إشارة ضوئية أخرى بعكس اتجاه حركة الأرض والريح الأثيرية من حولها.

و صمم (ميكلسون) جهازاً لقياس سرعة الإشارتين كما في المخطط للتأكد من صحة هذا الغرض تجريبياً: افترض أنَّ م مصدر ضوئي يبعث إشارة ضوئية تسقط على مرآة في الوسط مائلة ونصف شفافة هي ع، بحيث

تعكس بعض الأشعة وتسمح لبعضها الآخر بالمرور من خلالها، فيمر الشعاع من م إلى ع متجهاً نحو س وينعكس جزء منه ويتجه نحو ص، حيث توجد في س، ص مرآتان تعكسان الضوء حال وصوله إليهما فيرجع الشعاعان إلى المرآة ع مرة أخرى، حيث ينفذ الشعاع الراجع من س عبر المرآة ع إلى الجهاز المثبت في ن، وينعكس الشعاع الراجع من س عبر ع إلى ن أيضا وهكذا يتحد الشعاعان ويتداخلان في ن حيث وضع جهاز لقياس التداخل، وإنَّ تداخل شعاعين من الضوء يحدث أهدابا متتابعة من العتمة والإضاءة، فإذا ظهرت الهدبة المضيئة في وسط الجهاز، فهذا يدل على أنَّ المسافتين ع س، ع ص مساوية كل منهما الأخرى، لأنَّ الشعاعين المنعكسين من خلالهما يصلان في نفس الوقت إلى الجهاز، فإذا كانت المسافة غير متساوية فإن الأهداب ستنحرف عن وسط الجهاز. وإذا تحرك الجهاز ربع دورة أي زاوية ٩٠° باتجاه حركة الأرض والريح الأثيرية التي هي من جهة س فإن الشعاع، ع س، سوف يكون ذاهباً بعكس اتجاه الريح الأثيرية وعندئذ يكون رجوعة باتجاهها. أما الشعاع، ع صفإنه يخترق الأثير في ذهابه وعودته، ومن المفروض أنَّ ع س يصل الجهازِ قبل الشعاع ع ص، حيث أن الفرق بينهما مهما كان قليلاً فإنه يمكن لجهاز (ميكلسون) أنَّ يسجله.[1]



---

1) جاموف، جورج: واحد، اثنان، ثلاثة... لا نهاية، ترجمة اسماعيل حقي، مكتبة الانجلو المصرية، ١٩٥٨، حيث يقدم شرحا وافيا لهذه التجربة، ص ١٢٦ .

لكن التجربة أثبتت خلاف ذلك، حيث أنَّ أهداب التداخل في الجهاز بقيت ثابتة في الوسط، مما يدل على أنَّ الشعاعين وصلا في نفس الوقت، وبدت الأرض وكأنها ساكنة لا تتحرك ولا تحدث ريحاً أثيرية، وكانت هذه النتيجة محيرة فعلاً أعيدت التجربة عدة مرات وكانت النتيجة واحدة، وحاول بعض العلماء إيجاد تفسير لهذه النتيجة، فطرح (فيتزجيرالد F. Fitzgerald) فرضاً يرى فيه أنَّ حركة الجسم تجعله يتقلص أو ينكمش في اتجاه حركته بنسبة معينة تتوقف على سرعته، أي أنَّ ذراع القياس في تجربة (ميكلسون) قد انكمش أثناء الحركة مما جعل وصول الشعاعين في وقت واحد، وقد صاغ (لورنتز H. A. Lorentz) مقدار هذا التقلص ووضعه بصيغة رياضية، وسمي فيما بعد بتحويل (لورنتز). ولكن (آينشتاين) يرى أن هذا الإنكماش هو "انكماش الفضاء نفسه وأنَّ جميع الأجسام المتحركة بسرعة واحدة تنكمش بدرجة واحدة."[1] ولهذا فقد تصدى (آينشتاين) لهذه المشكلة محاولاً إيجاد حل لها، حيث يرى (آينشتاين) أنَّ العلم، وبهذه المشكلة، قد مرَّ بأحرج المواقف في تاريخه.

ينطلق (آينشتاين) في مواجهة المشكلة، من أنَّ الأدلة التجريبية تشير إلى أنَّ سرعة الضوء ثابتة وهي ٣٠٠.٠٠٠ كم/ثانية وأنَّ سرعته لا تتوقف على حركة مصدره، وبالتالي يصبح الفرض القائل إنَّ الأجسام المتحركة تحمل الأثير معها فرضاً غير صحيح، ويرى أنَّه لا داعي لوجود فكرة الأثير ولذلك يرى (البرت آينشتاين) ضرورة استبعادها من مخيلتنا.[2] كما يوجه (آينشتاين) النقد للوظيفة المزدوجة التي مُنحت للأثير في مجال انتشار الضوء وحركة الكواكب لكي يستنتج التناقض الذاتي الكامن في هذه الفكرة، وبالتالي ضرورة رفضها والاستغناء عنها، حيث يرى أن مفهوم الأثير افترض لتفسير الظواهر البصرية ميكانيكياً، حيث يمثل وسطاً لنقل الموجات الضوئية، و هذا الوسط يعني

---

1) المصدر السابق: ص ١٣٠.

2) اينشتاين، البرت وليو بولدانفلد: تطور علوم الطبيعة، ترجمة محمد عبد المقصود النادي وعطية عبدالسلام عاشور، مكتبة الانجلو المصرية القاهرة، ص ١٢٧.

انعدام الفراغ، ولكن في الوقت نفسه يجب على هذا الوسط ألاّ يقاوم حركة الكواكب، حيث يقول (آينشتاين): "فمثلاً تتحرك الكواكب خلال الأثير الغروي دون أن تصادف مقاومة، على خلاف ما يحدث عندما تتحرك في أي وسط مادي آخر، وإذا كان الأثير لا يقاوم حركة المادة فإننا نستنتج أنَّه لا يوجد تفاعل بين جسيمات الأثير وجسيمات المادة. يمر الضوء خلال الأثير كما يمر خلال الزجاج والماء، ولكن سرعته تتغير في المادتين الأخيرتين، فكيف يمكن تفسير هذه الحقيقة ميكانيكياً؟ من الواضح أنَّه لا يمكن تفسيرها إلابفرض وجود تفاعل ما بين جسيمات الأثير وجسيمات المادة. ولكننا رأينا منذ برهة أنَّه في حالة الحركة الحرة يجب أن نفترض عدم وجود مثل هذا التفاعل، أي أنَّه يوجد تفاعل بين الأثير والمادة في الظواهر الضوئية، ولا يوجد أي تفاعل بينهما في الظواهر الميكانيكية! ومن المؤكد أنَّ هذه نتيجة تناقض نفسها."[1]

وبهذا يرى (آينشتاين) أنَّ الأثير عبارة عن فرض استحدث للمساعدة في فهم الظواهر الطبيعية على الأساس الميكانيكي المادي، ومن الإعتقاد أنَّ وجهة النظر الميكانيكية بإمكانها أنْ تفسر جميع ظواهر الطبيعة، مما اضطرها إلى إدخال بعض الفروض المساعدة مثل جسيمات الضوء والأثير، ويرى (آينشتاين) أنَّه من الأفضل التخلي عن فرض الأثير لعدم وجود جواب مرض على السؤال: "ما هو الوسط الذي ينتشر فيه الضوء وما هي خواصه الميكانيكية؟"[2] لذلك يرى (آينشتاين) أنَّ من الأفضل ترك هذا السؤال والتخلي عن وجهة النظر الميكانيكية والاكتفاء بالقول إنَّ "فضاء كوننا له الخاصية الطبيعية التي تمكنه من إرسال الأمواج، وبهذه الطريقة نجنب أنفسنا استخدام الكلمة التي قررنا حذفها."[3]

1) المصدر السابق: ص ٨٧.

2) المصدر السابق: ص ٨٨.

3) المصدر السابق: ص ١٢٧.

نصوص فلسفية عن المفاهيم
مطلقات نيوتن

مقدمة من المترجم: [1]

بنى نيوتن ميكانيكاه على مُطْلَقات ثلاثة: الزمان المطلق والمكان المطلق والحركة المطلقة، وذلك في مقابل الزمان النسبي والمكان النسبي والحركة النسبية. إنَّ حركة الشخص الذي يمشي على ظهر سفينة تجري في البحر حركة نسبية، أما حركة الأرض في الأثير (الساكن) فحركة مطلقة. إذاً هناك نوعان من الحركة: حركة الأجسام بالنسبة إلى بعضهما بعضاً، (وهي نسبية) وحركة الأجسام السماوية في الأثير الساكن (وهي مطلقة). والتمييز بين الحركة المطلقة والحركة النسبية يؤدي إلى التمييز بين الزمان المطلق والزمان النسبي، والمكان المطلق والمكان النسبي، لأنَّ الحركة لا تتصور إلا في زمان ومكان وكذلك الشأنْ بالنسبة إلى المحل، أي الحيز الذي يشغله الجسم من المكان. وإذاً فالمكان والزمان، حسب نيوتن، إطاران واقعيان مطلقان مستقلان عن الأشياء التي توجد فيهما والحوادث التي تجري فيهما. والزمان الذي يرمز إليه بحرف "ز" في المعادلات الميكانيكية هو هذا الزمان المطلق والحوادث ينساب بشكل منتظم، فلكي يدخل الزمان "ز" كمتغير وسيطي (برامتر) في المعادلات يجب أنْ يكون مطلقاً، وإلا فكيف يمكن أنْ تحدد قيمُهُ قيم المتغيرات الأخرى؟

ذلك هو الأساس الذي قامت عليه الفيزياء الكلاسيكية كلها. ونيوتن لا يبرهن على وجود الزمان المطلق والمكان المطلق بل يفترضهما افتراضاً، ويضفي عليهما خصائص معينة، ولكنه يحاول البرهنة على الحركة المطلقة بواسطة

---

1) الجابري، محمد عابد: مدخل إلى فلسفة العلوم، دار الطليعة، بيروت، ١٩٨٢، ج٢، ص١٦٩ - ١٧٣. الكتاب في جزأين: الأول في العلوم الرياضية والثاني في العلوم التجريبية، والكتاب غني في فصوله وابحاثه ويعدُ مرجعاً موسوعياً لاغنى عنه للباحث.

القوة النابذة La force centrifuge كما يشرح ذلك في هذا النص بمثال الإناء المعلق في حبل. والقول بالزمان المطلق يقتضي القول بالتزامن أي بتزامن الحوادث، أي بوجود زمان واحد بالنسبة إلى جميع الملاحظين الذين يراقبون جسما متحركاً، وهذا ما أثبتت نظرية النسبية عدم صحته. كما أنَّ القول بالحركة المطلقة يستلزم القول بالمكان المطلق أي الأثير. وكانت تجربة ميكلسن ومورلي الرامية إلى قياس الحركة المطلقة للأرض بالنسبة إلى الأثير الساكن، والنتائج السلبية التي أسفرت عنها هذه التجربة، نقطة انطلاق نظرية النسبية.

١٧. نص نيوتن:

"... الزمان والمكان والحيز والحركة مفاهيم يعرفها الناس جميعاً، فلا حاجة بنا إلى تعريفها، ولكن علينا أنْ نلاحظ أنَّ الناس، عادة لا يتصورون هذه المقادير إلا من خلال علاقاتها بالأشياء الحسية، مما ينتج عنه عدد من الأحكام المسبقة، يتطلب تبديدها التمييز في هذه المقادير بين ما هو مطلق وما هو نسبي، بين ما هو حقيقي، وما هو ظاهري، بين ما هو رياضي وما هو عامي.

الزمان المطلق، الحقيقي والرياضي، الذي لاعلاقة له بأي شيء خارجي، ينساب بانتظام ويسمى الديمومة. أما الزمان النسبي، الظاهري العامي، فهو هذا المقدار الحسي الخارجي، الساعة والشهر والسنة، الذي نستعمله عادة لقياس جزء من الديمومة بواسطة الحركة، والذي يكون دقيقاً تارةً وتقريبياً تارة اخرى.

والمكان المطلق الذي لا علاقة له بأي شيء من الأشياء الخارجية الحسية هو بطبيعته ساكن متجانس دوما. أما المكان النسبي فهو هذا المقدار المتغير، أو المسافة التي قد تطول أو قد تقصر، والتي نقيس بها المكان المطلق، والتي تحددها حواسنا بناء على موقعها من الأجسام والعوام من الناس يخلطون بينهما وبين المكان الثابت. وهكذا يحدد الناس عادة المكان العلوي، في الجو أو في السماء، بناء إلى موقعه من الأرض. ولا يختلف المكان المطلق من المكان

النسبي في طبيعتهما أو مقدارهما، فهما من هذه الناحية متطابقان. ولكنهما ليسا كذلك دوماً من حيث العدد. ذلك لأنَّه إذا تحركت الأرض مثلاً، فإنَّ المكان الذي يشغله الهواء المحيط بنا والذي يبقى دوما هو بالنسبة إلى الأرض، يكون تارةً جزءاً من المكان المطلق الذي يخترقه الهواء، وتارةً جزءاً آخر. وهكذا يتغيرموقعه في المكان المطلق دون انقطاع.

وأما الحيز (او المحل) Lieu فهو ذلك الجزء من المكان، الذي يشغله الجسم. وهو بالنسبة إلى المكان، إما مطلق وإما نسبي. وأعود فأؤكد أنَّ الحيز هو جزء من المكان. فليس المقصود منه موضع الجسم ولا المساحة المحيطة به. ذلك لأنَّه عندما يكون الجسمان متساويين يكون الحيز الذي يشغله أحدهما مساوياً دوماً للحيز الذي يشغله الآخر، ولكن مساحة أحدهما تختلف في الغالب عن مساحة الآخر، فتكون أكبر أو أصغر، تبعاً لاختلاف شكلهما. كما أنَّ موضعيهما ليسا مقدارين كميين، بمعنى الكلمة، وليسا بالأحرى حيزين، بل هما محددان كيفيان للحيزين. إنَّ حركة الكل هي نفس حركة مجموع أجزائه، فإنَّ انتقال الكل إلى خارج حيزه هو مجموع انتقال أجزائه إلى خارج حيزها، فحيز الكل هو نفس حيز مجموع أجزائه، فهو إذاً داخل في الجسم ومندرج تحت كلية هذا الجسم.

وأما الحركة المطلقة فهي انتقال الجسم من حيز مطلق إلى حيز آخر مطلق. والحركة النسبية هي انتقال من حيز نسبي إلى حيز آخر نسبي. وهكذا فالحيز النسبي لجسم موجود فوق سفينة تدفعها الريح بسرعة، هو ذلك الموضع الذي يشغله الجسم على السفينة، أو هو هذا الجزء من الحجم الكلي للسفينة، الذي يشغله الجسم ويتحرك بحركتهما إما السكون النسبي فهو دوام هذا الجسم في نفس الموضع الذي يحتله في السفينة أو في ذلك الجزء الذي يشغله من حجمهما الكلي. وأما السكون الحقيقي فهو دوام الجسم في نفس الجزء من المكان الساكن الذي تتحرك فيه السفينة ككل: حجمها والأشياء الموجودة عليها. ومن هنا يتضح أنَّه عندما تكون الأرض في حالة سكون حقيقي، فإنَّ الجسم الذي يكون داخل السفينة في حالة سكون

حقيقي، فإن الجسم الذي يكون داخل السفينة في حالة سكون نسبي سيصبح في حالة حركة حقيقية مطلقة، تكون سرعتها هي نفس السرعة التي تتحرك بها السفينة على الأرض. أما عندما تتحرك الأرض بدورها، فإن هذا الجسم سيصبح في حالة حركة حقيقية ومطلقة ترجع في جزء منها إلى حركة الأرض حركة حقيقية في المكان الثابت، وفي جزء آخر منها إلى الحركة النسبية، سواء منها حركات السفينة فوق الأرض أو حركات الأجسام فوق السفينة، ومن هذه الحركات تنشأ الحركة النسبية للجسم على الأرض. وهكذا،فإذا كان الجزء من الأرض الذي تتحرك فيه السفينة، يتحرك هو نفسه حركة حقيقية نحو الشرق وبسرعة ١٠,٠١٠ وحدة مثلاً، وكانت الرياح تدفع السفينة نحو الغرب بسرعة ١٠ وحدات، وكان ربانها يمشي على ظهرها متجها نحو الشرق بسرعة ١ (وحدة واحدة)، فإن هذا الأخير، سيكون ذا حركة حقيقية مطلقة في المكان الثابت، سرعتها تساوي ١٠,٠٠١ وحدة في اتجاه الشرق، وذا حركة نسبية على الأرض سرعتها ٩ وحدات في اتجاه الغرب.

وفي علم الفلك، يميز بين الزمان المطلق والزمان النسبي بواسطة "معادلة" الزمان العامي. والواقع أنَّ الأيام الطبيعية ليست متساوية، ولكن جرت العادة على اعتبارها متساوية حتى يتأتى للناس قياس الزمن. أما علماء الفلك فهم يصححون هذا الاختلاف بين الأيام حتى يتمكنوا من قياس الحركات السماوية بواسطة زمان أكثر دقة.

ومن الممكن أنْ لا تكون هناك أية حركة منتظمة من شأنها أنْ تساعد على قياس الزمان قياساً دقيقاً، ذلك لأنَّجميع الحركات معرضة للتسارع أو التباطؤ، في حين أنَّ انسياب الزمان المطلق انسياب لايتغير، لايزيد ولاينقص.

والديمومة، أو دوام وجود الأشياء، تبقى هي هي، سواء أكانت الحركات سريعة أو بطيئة أو كانت منعدمة، وذلك يمييز بينها، بحق وبين القياسات الحسية، وهذا التمييز يتم بواسطة المعادلة الفلكية...

إنَّ ترتيب أجزاء المكان ترتيب ثابت مثله مثل ترتيب أجزاء الزمان. ذلك لأنَّه لو أمكن لأجزاء المكان أنْ تغادر الحيز الذي تشغله فإنَّها ستكون قد

غادرت نفسها، إذا صح هذا التعبير. والواقع أنَّ الأزمنة والأمكنة هي، بشكل ما، حيز لنفسها، وحيز لجميع الأشياء. إنَّ الكون بأجمعه يحدد في الزمان حسب ترتيب التتابع، ويحدد في المكان حيز (مكاني - زماني) تشغله الأشياء، ومن غير المعقول أنْ يكون هذا الحيز الأساسي متحركاً. (إنَّ الذي يتحرك هو الأشياء الموجودة فيه) وإذاً فالمكان والزمان حيزان مطلقان، ولايمكن أنْ تكون هناك حركات مطلقة إلاَّ بالتحرك خارجهما.

ولكن بما أنَّ أجزاء المكان (التي هي حيز للأشياء) لايمكن إدراكها ولاتمييز بعضها عن بعض بواسطة حواسنا، فإننا نستعمل بدلاً منهما، مقادير حسية. وهكذا نحدد جميع الأحواز (جمع حوز بمعنى حيز)، على العموم بواسطة مواقع الأشياء وبُعْدَها بالنسبة إلى جسم معين نعتبره ثابتاً، ثم نأخذ في حساب الحركات بالارتكاز على هذه الأحواز التي حددناها قبل، ظانين أن الأجسام تتحرك بالنسبة إليها فعلاً. وهكذا نضع هذه الأحواز والحركات النسبية مكان الأحواز والحركات المطلقة. وإذا كان هذا الإجراء يلائم حياتنا العادية، فإنَّه لابد في الفلسفة (أي الفيزياء) من التحرر من الحواس ومعطياتها، ذلك لأنَّه قد لا يكون هناك جسم ساكن سكوناً حقيقياً نتمكن، بالارتكاز عليه، من قياس الأحواز والحركات...

إنَّ الآثار (أو الظواهر) التي يمكن التمييز بواسطتها بين الحركة المطلقة والحركة النسبية هي تلك القوى التي تكتسبها الأجسام خلال دورانها، والتي تدفعها إلى الابتعاد عن محور حركتها. إنَّ هذه القوى تنعدم تماماً عندما تكون الأجسام في حالة حركة دائرية نسبية، وأما حينما تكون حركة الجسم حركة حقيقية مطلقة، فإنَّ القوى المذكورة تزداد أو تنقص حسب كمية الحركة.

وهكذا، فإذا حركنا إناءً معلقاً على حبل، حركة دائرية متواصلة إلى أنْ يصبح الحبل ملتوياً، ثم ملأنا الإناء ماء، وتركناه حتى يسكن تماماً هو والماء الذي فيه، ثم أرخينا الحبل وتركناه يعود إلى حالته الطبيعية، فإن الإناء سيكتسب، بهذه الطريقة، حركة دائرية تدوم طويلاً. وعند بداية حركة الإناء هذه نلاحظ أنَّ الماء يظل هادئاً، وأنَّ سطحه يبقى مستوياً، تماماً كما كان

قبل إرخاء الحبل المفتول. ولكن لن تمر سوى لحظة قصيرة حتى نلاحظ أنَّ حركة الإناء تنتقل شيئاً فشيئاً إلى الماء الذي فيه. وهكذا يأخذ الماء فالدوران مع الإناء، وبدورانه هذا يأخذ بالارتفاع على حاشية الإناء وكأنه يحاول الانقلاب إلى الخارج، الشي الذي يجعل وسطه ينخفض فيصبح شكل الماء مقعراً، وهذا شيء لاحظته بنفسي. ثم تزداد حركة الماء ويزداد ارتفاعه على حاشية الإناء، ويستمر كذلك إلى أنْ تصبح دورات الماء مساوية تماما لدورات الإناء، وحينئذ يكون الماء، بالنسبه للإناء، في حالة سكون نسبي. إنَّ ارتفاع الماء حول حاشية الإناء يدل على وجود جهد يبذله الماء لكي يتمكن من الابتعاد عن مركز حركته. ويمكن أنْ نقيس، بواسطته هذا الجهد، الحركة الدائرية الحقيقية المطلقة التي لهذا الإناء تلك الحركة التي هي مناقضة تماماً لحركته النسبية. ذلك لأنَّ، في البداية، عندما كانت الحركة النسبية للماء أكبر، لم يكن هذا الماء يندفع ليبتعد عن محور حركته، ولم يكن يرتفع على حاشية الإناء، بل لقد ظل مستوياً هادئاً، وبالتالي لم تكن له بعد أية حركة دائرية حقيقية ومطلقية. ولكن عندما أخذت حركة الماء في النقصان، بدأ يرتفع نحو حاشية الإناء، مما يدل على ذلك الجهد الذي يبذله الماء قصد الابتعاد عن محور حركته. إنَّ هذا الجهد الذي يبذله قصد الابتعاد عن محور حركته. إنَّ هذا الجهد الذي يأخذ بالزيادة يدل بدوره على ازدياد حركة الماء، حركته الدائرية الحقيقية. وأخيراً فإن هذه الحركة الدائرية الحقيقية تبلغ أقصاها عندما يكون الماء في حالة سكون نسبي داخل الإناء. إنَّ الجهد الذي يبذله الماء قصد الابتعاد عن محور حركته لا يتوقف إذاً على حركته بالنسبة إلى ما يحيط به من الأجسام، وبالتالي فإن الحركة الدائرية الحقيقية لايمكن تحديدها وضبطها بواسطة الحركة النسبية تلك". (انتهى نص نيوتن)

المفاهيم الفيزيائية وموضوعية العالم الخارجي

ألبرت آينشتاين

مقدمة المترجم: [1]

يشبه رأي آينشتاين، في كثير من الوجوه، رأي بوانكاريه في موضوع المعرفة الفيزيائية وعلاقتها بالواقع الموضوعي.فكما أنَّ بوانكاريه يقول إنَّ المفاهيم العلمية هي عبارة عن مواضعات أو مصطلحات يضعها العلماء للتعبير عن أفكارهم حول الواقع ومظاهره، هذا الواقع الذي تتجدد معرفتنا به، بتجدد العلم وتقدمه، على طريق الاقتراب المستمر من حقيقة هذا الواقع، يرى أينشتاين، من جهته أنَّ المفاهيم العلمية إبداعات حرة للفكر البشري، يحاول بواسطتها أنْ يكون لنفسه صورة عن الواقع أقرب ما تكون من حقيقة هذا الواقع نفسه، حقيقته التي يقترب منها العلم دون أنْ يتمكن من الإمساك بها كلها كما هي. وإذاً فلا بوانكاريه - كما رأينا في النص السابق – ولا آينشتاين - كما سنرى في هذا النص – يضعان الواقع الموضوعي موضوع شك فلم يربطه أي منهما بالذات وبأدوات القياس، بل يؤمنان بوجوده الموضوعي وبإطراد حوادثه، وبقدرة الفكر البشري على السير قدما لاكتناه أسراره. أما القول بأن المفاهيم العلمية مجرد مواضعات أو أنها إبداعات حرة للفكر البشري، فهو إنما يعكس مرحلة من تطور العلم،المرحلة التي عاشها العلم في بداية هذا القرن، والتي شهدت تحولاً أساسياً في المفاهيم الفيزيائية نتيجة قيام نظرية النسبية ونظرية الكوانتا. ولقد كانا من المناصرين لهذا التحول ومن زعمائه.

١٨. نص آينشتاين:

"المفاهيم الفيزيائية إبداعات حرة للفكر البشري، وليست كما يمكن أنْ يعتقد، محددة فقط من طرف العالم الخارجي وحده. والمجهود الذي نبذله

---

1) المصدر السابق: ص. ٢٤٦ – ٢٤٩.

لفهم العالم يجعلنا أشبه ما نكون بالرجل الذي يحاول فهم آلية ساعة مغلقة، فهو يرى ميناءها ويشاهد حركة عقاربها، ويسمع صوتها، ولكنه لا يمتلك اية وسيلة تمكنه من فتح صندوقها الصغير.

وإذا كان هذا الرجل على قدر كبير من الذكاء فإنه يستطيع أنْ يكون لنفسه صورة ما عن جهازها الداخلي الذي يعتبره مصدر حركة عقاربها، ولكنه لن يكون قط على يقين بأن الصورة التي كونها في ذهنه عن حقيقة التركيب الداخلي لهذا الجهاز، هي وحدها القادرة على تفسير ملاحظاته. إنَّه لن يتمكن قط من مقارنة صورته الذهنية هذه مع الجهاز الواقعي، بل إنَّه لا يستطيع حتى تصور إمكانية أو دلالة مثل هذه المقارنة.

غير أنَّ الباحث (= الفيزيائي) يعتقد، بكل تأكيد، أنَّه بمقدار ما تنمو معلوماته، بمقدار ما تصير الصورة الذهنية التي يكونها عن الواقع، أكثر بساطة، وأقدر على تفسير ميادين تتسع أكثر فأكثر، ميادين انطباعاته الحسية. إنَّه يستطيع أنْ يعتقد كذلك بوجود حد أمثل للمعرفة التي يستطيع الفكر البشري بلوغها. ويمكن أنْ يطلق على هذا الحد الأمثل اسم: الحقيقة الموضوعية..." (ص ٣٤ - ٣٥).

"ليس العلم مجموعة من القوانين ولا قائمة لأحداث غير مرتبطة بعضها مع بعض. إنَّه ابتكار للفكر البشري شيده بواسطة أفكار ومفاهيم ابتدعها بكل حرية. والنظريات الفيزيائية تحاول صياغة صورة عن الواقع وربط هذه الصورة بعالم الانطباعات الحسية الواسع. وهكذا فبناءاتنا الذهنية إنَّما تجد تبريرها عندما تنجح في إقامة مثل هذه الرابطة وفي الكيفية التي تقيمها بها.

لقد رأينا (= في الكتاب) أنواعاً من الواقع تنشأ بتقدم العلم. ويمكن أنْ نرجع بهذه السلسلة من النشاط الخلاق إلى ما قبل نقطة انطلاق الفيزياء بكثير.

من جملة المفاهيم الأولية (= الابتدائية) مفهوم الموضوع. إنَّ مفهوم الشجرة، ومفهوم الحصان، أو مفهوم أي جسم مادي، مفاهيم أنشأها الفكر البشري، ولها أساس في التجربة، على الرغم من أنَّ الانطباعات الحسية التي

استقيناها منها انطباعات بدائية، وبالقياس إلى عالم الظواهر الفيزيائية. والقط الذي يعذب فأراً ينشىء - في نفسه - بواسطة الفكر، واقعاً بدائياً. فكونه يرد الفعل دائماً بنفس الشكل إزاء أي فأر يصادفه، دليل على أنّه يُكَوِّنُ لنفسه مفاهيم ونظريات تقوده في عالم الانطباعات الحسية الخاص به.

"ثلاث أشجار" شيء يختلف عن "شجرتين اثنتين" من جهة، ومن جهة أخرى فـ"شجرتان اثنتان" و"حجران اثنان" شيئان مختلفان كذلك. هكذا بمفاهيم الأعداد المحض 4.3.2.... المستخلصة من الموضوعات التي منحتها الوجود، هي منشآت للعقل المفكر، منشآت تصف واقع عالمنا.

والشعور الذاتي بالزمان يمكننا من ترتيب انطباعاتنا وجعل حادث ما سابقاً لحادث آخر. وأما ربط كل لحظة من الزمان برقم، باستعمال آلة ضبط الوقت، والنظر إلى الزمان كمتصل ذي بعد واحد، فهذا ابتكار واختراع. ومثل ذلك ايضا المفاهيم الهندسية الإقليدية واللاإقليدية ومفاهيم المكان الذي نعيش فيه والذي نعتبره متصلا ذا ثلاثة أبعاد.

لقد بدأت الفيزياء بداية فعلية عندما اخترعت مفهوم الكتلة، ومفهوم القوة ومفهوم منظومة العطالة، وجميع هذه المفاهيم إبداعات حرة، وقد قادت إلى صياغة وجهة النظر الميكانيكية. وهكذا فبالنسبة إلى عالم الفيزياء الذي عاش في أوائل القرن التاسع عشر كان واقع عالمنا الخارجي مؤلفاً من ذرات وقوى بسيطة تتجاذبها، وتتوقف هذه القوى، فقط على المسافة التي تفصل بين تلك الذرات. لقد كان هذا العالم يحرص أشد الحرص على الحفاظ أطول وقت ممكن على إيمانه بأنّه سينجح في تفسير جميع حوادث الطبيعة بواسطة هذه المفاهيم الأساسية التي تعبر عن الواقع. ولقد قادتنا الصعوبات الناجمة عن انحراف الإبرة المغنطة والصعوبات الراجعة إلى بنية الأثير، إلى إنشاء واقع أكثر دقة، يتعلق الأمر بظهور ذلك الاكتشاف إلهام،اكتشاف المجال الكهرطيسي. ولقد كان لابد من خيال علمي جريء لاثبات أنّ ما هو أساسي بالنسبة إلى ترتيب الحوادث وفهمها ليس سلوك الأجسام ذاتها، بل سلوك شيء ما يوجد بينها، أي المجال.

وهكذا عملت التطورات اللاحقة على هدم المفاهيم القديمة وخلق مفاهيم جديدة. فلقد تخلت نظرية النسبة عن الزمان المطلق وعن المنظومات الإحداثية القائمة على مبدأ العطالة، ولم يعد الزمان ذو البعد الواحد والمكان ذو الأبعاد الثلاثة يشكلان الأرضية الخلفية للحوادث، بل أصبحت هذه الأرضية الخلفية عبارة عن زمكان (الزمان - المكان) ذي أربعة أبعاد، وهو ابتكار حر آخر، ذو خصائص تحويلية جديدة. إنَّ منظومة الإحداثيات القائمة على مبدأ العطالة لم تعد ضرورية، فبإمكان أية منظومة إحداثية أنْ تساعد هي كذلك على وصف الحوادث التي تجري في الطبيعة.

أما نظرية الكوانتا فقد أنشأتَ بدورها صياغات جديدة أساسية لواقعنا، لقد حل الانفصال محل الاتصال، والقوانين الاحتمالية (= التي "تحدد" سلوك المجموعات)، محل القوانين السببية (التي تحدد سلوك الأفراد). والحق أنَّ الواقع الذي أنشأته الفيزياء الحديثة هو أبعد ما يكون عن الواقع الذي عرفه العلم عند بداية قيامه. ومع ذلك فإن هدف كل نظرية فيزيائية هو نفسه دوما.

إنَّنا نحاول، بواسطة النظريات الفيزيائية، شق طريقنا وسط متاهات الحوادث التي نلاحظها، وتنظيم وفهم عالم انطباعاتنا الحسية، راغبين في أنْ نجعل من الحوادث التي نلاحظها نتائج منطقية للمفهوم الذي لدينا عن الواقع إنَّه بدون الإيمان بإمكانية ادراك الواقع والإمساك بتلابيبه بواسطة إنشاءاتنا النظرية، وبدون الإيمان بالانسجام الداخلي لعالمنا، لن تقوم للعلم قائمة. وسيبقى هذا الإيمان دوماً الحافز الأساسي لكل ابتكار علمي. ومن خلال جميع مجهوداتنا، ومن خلال كل صراع مأساوي بين المفاهيم القديمة والمفاهيم الجديدة، نتعرف على تلك الرغبة الابدية التي تحدونا إلى الفهم، وعلى ذلك الايمان الصامد دوما، الإيمان بانسجام عالمنا، الإيمان الذي توطده باستمرار العوائق التي تعترض فهمنا "(ص٢٧٤ - ٢٧٦). (انتهى نص آينشتاين)

النزعة الإجرائية: التزامن في نظرية النسبية

برجمان

مقدمة المترجم:[1]

فتحت نظرية النسبية، مثلها في ذلك مثل النظرية الكوانتية مجالاً واسعاً لمراجعة المفاهيم العلمية ونقدها، مما أدى إلى قيام اتجاهات إيبستيمولوجية جديدة، ومحاولة الاتجاهات القديمة استغلال الكشوف العلمية التي تزعمها الفيزيائي الأمريكي بريدغمان (١٨٨٢ - ١٩٦١) لفائدتها والنزعة الإجرائية Operationnisme من الاتجاهات الوضعية الجديدة في ميدان الفيزياء ولعلها أكثر الاتجاهات الوضعية تطرفاً. ذلك لأنَّه إذا كانت النزعة الوضعية عموماً لا تعترف إلا بالظواهر، فإن النزعة الإجرائية لا تعترف إلا بالظواهر التي تقبل القياس. والمعرفة العلمية في تصورها نسبية وغير يقينية. وهي تلح على أنْ تكون مفاهيم العلم مفاهيم إجرائية، يعني أنَّها لا تقدم أيَّة معرفة ولا أي يقين عن الواقع، إلا ما كان منهما يتوفر على مناظر له في التجربة، وبالتالي فهي مفاهيم تبين طريقة القياس، لا ماهية الشيء الذي يقيسه. وكذلك التعريف الإجرائي، فهو تعريف يبين الطريقة التي تحدد بها الشيء أو نتعرف بواسطتها على علاقاته بغيره من الأشياء المماثلة، لا حقيقته كشيء في ذاته.

١٩. نص برجمان:

"بما أنَّ الفيزيائي - المعاصر - مقتنع بأنَّه يستحيل عليه، استحالة مطلقة، التنبؤ بما يتجاوز مجال تجربتنا الراهن، فإنَّه يتحتم عليه، إذا أراد تجنب مراجعة موقفه باستمرار، أنْ لا يستعمل في وصفه للطبيعة إلا المفاهيم التي من شأنَّها أنْ لا تدفع بتجربتنا الحالية إلى رهن وتقييد تجربتنا المقبلة. إنَّ هذا، في ما يبدو لي، هو ما يشكل العطاء الأكبر الذي قدمه آينشتاين للعلم. وعلى الرغم من أنَّه لم يقم هو شخصياً بإبراز هذه الحقيقة أو التعبير عنها صراحة، فإني اعتقد أنَّ دراسة أعماله العلمية تدلنا على أنَّه قد ادخل

---

1) المصدر السابق: ص. ٢٢٦ - ٢٢٩.

فعلا تعديلاً جوهرياً على تصورنا لما هي عليه، ولما يجب أنْ تكون عليه، المفاهيم المستعملة في الفيزياء. والى هذا العهد - عهد آينشتاين - كان كثير من المفاهيم الفيزيائية تعرف بواسطة خصائصها. وأحسن مثال على ذلك، هو ذلك التعريف الذي أعطاه نيوتن للزمان المطلق. والفقرة التالية المقتبسة من " تعليقات" الجزء الأول من المبادئ (= المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية لنيوتن) ذات دلالة، خاصة في هذا الصدد.

"الزمان والمكان والمحل والحركة مفاهيم يعرفها الناس جميعاً، فلا حاجة إلى تعريفها. ولكن علينا أنْ نلاحظ أنَّ الناس، عادة، لا يتصورون هذه المقادير إلا من خلال علاقاتها بالأشياء الحسية، مما ينتج عنه عدد من الأحكام المسبقة، يتطلب تبديدها التمييز في هذه المقادير بين ما هو مطلق وما هو نسبي، بين ما هو حقيقي وما هو ظاهري، بين ما هو رياضي، وما هو عامي. الزمان المطلق، الحقيقي والرياضي، والذي لا علاقة له بأي شيء خارجي، ينساب بانتظام ويسمى الديمومة".

هذا في حين أنَّه ليس ثمة قط ما يؤكد لنا أنَّه يوجد في الطبيعة شيء له مثل هذه الخصائص التي ينص عليها هذا التعريف. وعندما نبني الفيزياء على مفاهيم من هذا النوع، فإنها تصبح علماً مجرداً تماماً، بعيداً عن الواقع، بمثل ما هي مجردة وبعيدة عن الواقع،الهندسة النظرية التي يشيدها الرياضيون، على مجرد مسلمات. ومن واجب العلم التجريبي الكشف عما إذا كانت المفاهيم المعرفية بهذا الشكل يقابلها شيء من أشياء الطبيعة. وعلينا نتتظر دوما أننا سنجد - عندما نقوم بذلك - إنَّ هذه المفاهيم لا يقابلها شيء في الطبيعة، أو أنها لا يقوم بينها وبين أشياء الطبيعة سوى تناظر جزئي. وإذا فحصنا، بالخصوص تعريف الزمان المطلق على ضوء التجربة، فإننا لن نجد أي شيء في الطبيعة بمثل تلك الخصائص (التي نسبها إليه نيوتن).

إنَّ الموقف العلمي الجديد إزاء المفاهيم يختلف عن ذلك تماماً، ويمكن أنْ نشرح هذا بأخذ مفهوم الطول كمثال. فماذا نعني بطول شيء من الأشياء (من البديهي أننا نعرف ما نعنيه بالطول) عندما نستطيع الإخبار عن طول

شيء من الأشياء، أيا كان هذا الشيء، وهذا هو كل مايريد الفيزيائي الحصول عليه. وللحصول على طول شيء من الأشياء لا بد من القيام بإجراءات معينة، وبالتالي فإن مفهوم الطول يتحدد عندما تتحدد الإجراءات التي بواسطتها نقيس الطول. وبكيفية عامة، إنَّ نا لا نعني بمفهوم ما شيئاً آخر، سوى مجموعة من الإجراءات. إنَّ المفهوم ومجموعة الإجراءات التي تناظره مترادفان...

ولا بد من الحرص على أنْ تكون مجموعة الإجراءات التي تتكافأ مع المفهوم مجموعة وحيدة، وإلا وجدنا أنفسنا عند التطبيق العملي أمام أنواع من الغموض ممكنة لا نستطيع السكوت عنها.

وإذا طبقنا على الزمان المطلق هذا النوع من الفهم للمفهوم، فإننا سنجد أنفسنا غير قادرين على فهم ما تدل عليه عبارة " الزمان المطلق " إلا إذا كنا نعرف كيف نعمل لتحديد الزمان المطلق لحادث مشخص، أي إذا كنا نستطيع قياس الزمان المطلق. هذا في حين أنَّه يكفينا فحص مختلف الإجراءات التي بإمكاننا القيام بها لقياس الزمن، حتى نتبين أنَّها جميعاً إجراءات نسبية، والنتيجة هي أنَّه لا بد من القول أنَّ الزمان المطلق لا وجود له، كما صرحنا بذلك قبل. سنكتفي بالقول إنَّ عبارة " الزمان المطلق " لا تدل على شيء، ونحن، عندما نصوغ هذا القول، لا نأتي بأي جديد يخص الطبيعة، وكل ما في الأمر هو أننا سلطنا الضوء على ما هو متضمن في الإجراءات الفيزيائية التي بواسطتها نقيس الزمان.

وواضح أنَّه إذا تبنينا هذه الوجهة من النظر، فحرصنا على تعريف المفاهيم بواسطة الإجراءات الفعلية، لا بواسطة الخصائص فإننا لن نتعرض أبداً إلى خطر مراجعة موقفنا إزاء الطبيعة. ذلك لان الحرص على وصف التجربة بواسطة التجربة، سيجعل التناظر قائماً دوماً، وبالضرورة، بين التجربة والوصف الذي نعطيه لها. ولن يكون هناك قط ما يضايقنا، كما كان الشأن من قبل عندما كنا نحاول البحث في الطبيعة على النموذج الأصلي للزمان المطلق الذي قال به نيوتن، وإذا تذكرنا إلى جانب ذلك، أنَّ الإجراءات التي يناظرها المفهوم الفيزيائي هي إجراءات فيزيائية فعلية، فإن المفاهيم لن

تُعْرَف إلا في حدود التجربة الفعلية، أما خارج هذه الحدود فستبقى غير معرفة أو فارغة من المعنى. وينتج عن هذا،

ونحن هنا نعني ما نقول، أنَّنا لا نستطيع قط قول شيء ما، عن المجالات التي لا تغطيها التجربة، وأنَّه عندما يحصل ذلك، الشيء الذي لا يمكن تجنبه، فلن يكون سوى نوع من المد والتمطيط قائم على المواضعة والاصطلاح، ويجب أنْ نكون واعين تماماً على أنَّه مجرد مد اعتباطي، وأنَّه لا شيء يبرره إلا التجارب التي ننتظر أنْ يسمح بها المستقبل.

ومن المحتمل جداً أنْ لا يكون آينشتاين ولا غيره قد عبر بطريقة واعية عن هذا التحول الذي تحدثنا عنه بخصوص استعمال المفاهيم. ولكن، ان يكون ذلك هو ما حصل بالفعل، فهذا ما يبرهن عليه، في نظري، فحص الكيفية التي يستعمل بها آينشتاين وغيره، المفاهيم الفيزيائية. ذلك لأن البحث عن المعنى الحقيقي لكلمة من الكلمات يجب أنْ ينصب على ملاحظة ما نفعله بتلك الكلمة، لا على ما نقوله عنها. ولكي نبرهن على أنَّ هذا القول، هو المعنى الذي بدأ يستعمل فيه المفهوم، سنفحص، بالخصوص، الكيفية التي يعالج بها آينشتاين مفهوم التزامن.Simultaneite

لقد كان مفهوم التزامن يعرف قبل اينشتين بواسطة الخصائص، لقد كانت الحادثتان توصفان، عندما يراد بيان علاقتهما في الزمان، بأن الواحدة منهما، إما سابقة على الأخرى، وإما لاحقة لها، وإما أنهما معا متزامنتان. وهكذا كان التزامن ينظر اليه كخاصة لحادثتين تؤخذان بمفردهما ولا شيء غير ذلك. فالحادثتان: إما أنْ تكونا متزامنتين وإما أنْ تكونا غير متزامنتين. وكان استعمال هذه الكلمة بهذا الشكل مبررا بكونه كان يبدو وكأنَّه يصف فعلا سلوك أشياء حقيقية. وبديهي أنَّ التجربة في ذلك الوقت كانت محصورة في مجال ضيق.

ولكن عندما اتسع مجال التجربة، أي عندما أصبحت تتناول، مثلاً، السرعات المرتفعة، تبين أنَّ هذا المفهوم لم يعد يتطابق معها، لأنَّه لم يكن هناك في التجربة أي شيء يستجيب لهذه العلاقة المطلقة بين حادثتين. وحينئذ تناول آينشتاين مفهوم التزامن بالنقد والفحص. وقد تركز هذا النقد

بكيفية خاصة على بيان أنّ الإجراءات التي تمكننا من وصف حادثتين بالتزامن، تستلزم قيام ملاحظ بإجراء قياسات عليهما، وهذا يعني أنّ "التزامن" ليس فقط خاصية للحادثتين وحدهما دون غيرهما، بل أنّه يجب أنْ يشمل أيضاً علاقة الحادثتين مع الملاحظ. وبالتالي، فما دمنا لا نتوفر على دليل من التجربة يثبت العكس، فلا بد لنا من القول أن التزامن بين حادثتين يتوقف على علاقتهما بالملاحظ، وبكيفية خاصة على سرعتهما بالنسبة إليه. وهكذا فمن خلال التحليل الذي قام به آينشتاين لمحتوى مفهوم التزامن، وباكتشافه للأهمية الأساسية التي يكتسبها نشاط الملاحظ في هذا المجال، يكون قد تبنى وجهة نظر جديدة في ما يجب أنْ تكون عليه المفاهيم في الفيزياء، نعني بذلك وجهة النظر الإجرائية.

نعم، لقد ذهب آينشتاين إلى أبعد من هذا. فلقد تبين بدقة كيف أنّ الإجراءات التي تمكن من الحكم على وجود التزامن، تتغير بالنسبة إلى الملاحظ الذي يتحرك، وتوصل إلى ايجاد صياغة كمية تعبر عن تأثير حركة الملاحظ على الزمن النسبي الخاص بالحادثتين. ولنذكر هنا بين قوسين أنّ هناك حرية كبيرة في اختيار الإجراءات المناسبة. والإجراءات التي اختارها آينشتاين راعى فيها جانب البساطة والملاءمة مع الأشعة الضوئية. وبغض النظر عن العلاقات الكمية الدقيقة التي صاغتها نظرية آينشتاين فإن النقطة المهمة بالنسبة إلينا، هي أنّه لو أنّنا تبنينا وجهة النظر الإجرائية، لتمكنا، حتى قبل اكتشاف الظواهر الفيزيائية المعروفة اليوم، من معرفة كيف أنّ التزامن مفهوم نسبي أساساً، ولاحتفظنا في أذهاننا بمكان لهذه النتائج التي تم اكتشافها في ما بعد ". (انتهى نص برجمان)

المكان والزمان في الفيزياء الحديثة

لوي دوبروي

مقدمة المترجم: [1]

يعالج لوي دوبروي في هذا النص بعض النتائج الايبستيمولوجية التي أسفرت عنها الأبحاث الفيزيائية في ميدان الذرة، خاصة تلك التي أدى إليها اكتشاف عدم إمكانية التحديد الدقيق للظواهر الذرية، تحديداً يتناول في آن واحد موقع الشيء وسرعته. إنّ ارتباط تحديد الموقع بتحديد السرعة (أيْ كمية الحركة) يعني إرتباط وجود الجسم بالزمان والمكان إرتباطاً خاصاً وبالتالي استحالة اعتبار الزمان والمكان إطارين مستقلين عن الأشياء الموجودة فيهما. فإذا كنا نستطيع أن نتصور المكان خالياً من الأشياء والزمان خالياً من الحوادث، على مستوى الحياة البشرية العادية، وبالتالي نتصور المكان والزمان كإطارين قبليين، كما قال كانت، فإن هذا غير ممكن تماماً على المستوى الذري. النص كله يدور حول هذه المسالة.

٢٠. نص لوي دوبروي:

"عندمابدأت العلوم الفيزيائية تنمو وتتقدم بطريقة علمية، كانت التفسيرات التي تقترحها الظواهر الطبيعية تنطلق من المفاهيم والتصورات التي تمدنا بها الحياة الجارية، والتي أصبحت تبدو لنا، بفعل تعودنا عليها كمفاهيم وتصورات حدسية. وليس هناك شك في أنّ التقدم المطرد الذي عرفته النظرية الفيزيائية بفضل استعمال التحليل الرياضي، قد جعل العلوم الفيزيائية لا تحتفظ من الصور المستوحاة من الحياة اليومية إلا بإشكال خالية من كل لون. وهكذا فإذا كانت فكرة الجسيم تتمثل في الحدس العلمي كجسم صغير ذي شكل ولون وبنية، كما هو الحال بالنسبة إلى كرة صغيرة من الرصاص أو لحبة من الرمل مثلا، فإن النظرية الفيزيائية لم تحتفظ من هذه الصورة المشخصة جداً، إلا بصورة تخطيطية لشيء صغير يشغل حيزا، هو

---

1) المصدر السابق: ص. ٢٢١ - ٢٢٥.

عبارة عن نقطة مادية. لقد كان عليها أنْ تبعد من مجال تصورها الصفات المميزة، كاللون، وأنْ تترك الشكل والبنية غير واضحين في الغالب. وكذلك الشان في القوة: فمن المعنى المشخص الذي نعبر به عن المجهود الذي تقوم به إحدى عضلاتنا من أجل نقل جسم من مكان إلى مكان آخر، استخلصت النظرية الفيزيائية مفهوم القوة التي تمثل لها رياضياً بمتجهه (فيكتور vecteur)، الشيء الذي يدلنا على مدى ما حصل في هذا المجال من تقدم على صعيد التجريد. وهكذا باستخلاص المفاهيم الأساسية من الواقع المعاش، بواسطة عمليتي الاختزال والتجريد، تمكنت الفيزياء الرياضية، في مرحلتها الكلاسيكية التي تمتد من بدء النهضة إلى القرن العشرين، من بناء ذلك الصرح الجميل الذي نعرفه جميعاً. وليس ثمة شك في أنَّ الفيزياء الرياضية هذه قد اضطرت إلى عدم العناية بالمظهر الكيفي للظواهر، فتركته غامضاً ملتبساً، ولكنها - في مقابل ذلك - كانت قادرة تماماً على التنبؤ الصحيح بالحوادث الفيزيائية التي تجري في المستوى البشري. وهكذا تم التوصل، بواسطة الاختزال التجريدي للمفاهيم المستخلصة من الحياة البشرية الجارية، إلى بناء نظرية فيزيائية كانت تبدو قادرة على وصف الظواهر التي ندركها مباشرة، وصفاً تاماً.

ولقد كان من بين الوقائع الأساسية التي سجلت بداية التقدم الهائل الذي عرفته الفيزياء منذ نصف قرن، هو أنَّها ركزت اهتماماً كما نعرف، على دراسة الظواهر على المستوى الذري. وبمقدار ما كانت التجارب الدقيقة تسمح بالنفاذ أكثر فأكثر إلى هذا الميدان - الذري - والكشف فيه عن حوادث غريبة وغير متوقعة، بمقدار ما أخذ المنظرون يجتهدون في تمطيط الأفكار وطرق الاستدلال، التي حققت نجاحاً كبيراً على المستوى الميكروسكوبي، لتشمل هذا الميدان الجديد. ويبدو أنهم لم يكونوا يرتابون، بدافع الغرور بلا شك، في إمكانية القيام بهذا التمطيط. وحتى سنة ١٩١٣، أي في وقت كان لابد فيه من أنْ يحمل اكتشاف الكوانتا، ووضوح أهميتها البالغة، المعنيين بالأمر، على التزام بعض الحذر، كان معظم الفيزيائيين الذين تحمسوا، وهم

على حق، للنموذج الذري الذي قال به بور، يتصرفون وكأنهم يسلمون بهذا النموذج تسليماً حرفياً، إذا صح القول. لقد كانوا يتصورون، وربما مع شيء من السذاجة، أنَّ الإلكترونات الدقيقة تدور فعلاً وواقعياً، داخل الذرة حول نواة موجبة مركزية، وعلى مسارات مضبوطة، وحسب قوانين الحركة هي من جنس القوانين التقليدية المعمول بها في الميكانيك الكلاسيكية. وكما هو معروف، فلقد رفضت هذه الإلكترونات السابحة داخل الذرة ان ترسم مسارات أخرى غير تلك التي تسمح لها بها قواعد الكوانتا. ولم يكن ينظر إلى هذا إلا كمجرد استثناء لإمكانات التوقع التي تتوفر عليها الميكانيك الكلاسيكية، استثناء لا يستلزم قط مراجعة قوانينها وتصوراتها. ومن الغريب أنَّ السيد بور كان هو نفسه أول من أحس بضرورة التحفظ من النموذج الذي اقترحه. لقد أدرك منذ البداية أنَّ بعض خصائص هذا النموذج تشير إلى ضرورة القيام بمراجعة كاملة للمفاهيم الكلاسيكية: إنْوجدت (محطات قارة) في الذرة، موضوعة بشكل ما خارج الزمان، ثم إنَّ استحالة تتبع القفزات الفجائية التي تجعل الذرة تنتقل من (حالة قارة) إلى أخرى مماثلة، كل ذلك قد أوحى له بفكرة عميقة مؤداها أنَّ الوصف الكامل للظواهر الكوانتية على المستوى الذري يتطلب، من بعض الوجوه على الأقل، تجاوز الإطار الكلاسيكي للمكان والزمان والتعالي عليه. إنَّ جميع مراحل التقدم التي عرفتها، حديثاً، النظريات الكوانتية تؤكد هذا الحدس، وتكشف أنَّ المفاهيم الأساسية، التي تقوم عليها الفيزياء الكلاسيكية، ليست مؤهلة، بدرجة كافية لوصف الظواهر على المستوى الذري، وصفاً ميكروسكوبيا.

والحق أنّه كان من قبيل المجازفة وعدم التروي الإعتقاد بأن التصورات المستخلصة من تجاربنا الحسية يمكن أنْ تصلح بتمامها، وفي الحين، للاستعمال في مستوى يختلف اختلافاً كبيراً عن مستوى إدراكنا الحسي، لقد كان من الواضح مسبقا أنَّ مفهوم الجسيم الذي نتصوره كأقصى ما يمكن الحصول عليه بالتجريد من حبة الرمل، وأنَّ مفهوم القوة الذي نتصوره كاقصى ما يمكن الحصول عليه بالتجريد من المجهود العضلي أو من توتر

الزنبرك، لقد كان واضحاً أنّ مثل هذه المفاهيم لا يمكن أنّ تمثل شيئاً حقيقياً داخل الذرة. غير أنّ الشيء الأساسي،الذي لم يكن متوقعا قط، والذي كشف عنه تقدم الباحث في ميدان الكوانتا، هو أنّ مفهوم المكان ومفهوم الزمان، مثلهما مثل مفهوم الجسيم ومفهوم القوة لا ينطبقان بدورهما، انطباقا تاماً، على الظواهر الميكروسكوبية. إنّ فكرة المكان الفيزيائي ذي ثلاثة أبعاد، والذي يشكل إطاراً طبيعياً تتموضع فيه جميع الظواهر الفيزيائية، ثم إنّ فكرة الزمان الذي يتشكل من تتابع اللحظات، والذي نتصوره متصلاً ذا بعد واحد، هما فكرتان مستخلصتان من التجربة الحسية، بواسطة عمليات التجريد والاختزال مماثلة لتلك التي تقودنا من حبة الرمل إلى النقطة المادية أو من المجهود العضلي إلى القوة. ومن دون شك، لقد سبق للنظرية السببية أنْ كشفت لنا عنان المكان والزمان في إطار وحيد ذي أربعة أبعاد، هو إطار المكان - الزمان، وإنّ تفكيك هذا الإطار الوحيد إلى مكان وزمان منفصلين، أمر يتعلق بكل ملاحظ. ومع ذلك، وعلى الرغم من تلك الدقة التي عرفتها الفيزياء قبل الكوانتية في قمة تطورها، فإن موضعة الأشياء في المكان والزمان، بتعيين موقعها وتحديد لحظه حدوثها، كانت ما تزال تحتفظ بالنسبة إلى كل ملاحظ بمعنى واضح تمام الوضوح. إنّ هذا لم يعد ممكنا في الفيزياء الكوانتية حيث يظهر جلياً أنّ إطار المكان - الزمان (الذي قالت به نظرية النسبية) يفقد هو نفسه في المستوى الذري جزءاً من قيمته. لقد أنشأنا هذا الإطار في أذهاننا إنطلاقاً من دراسة الظواهر التي نلاحظها مباشرة حولنا، من تلك الأشياء المألوفة لدينا بسبب كونها في مستوى حياتنا البشرية. فبواسطة أشياء من هذا النوع كالمتر والساعة، نقيس إحداثيات المكان والزمان. غير إنّ الظواهر التي نلاحظها بكيفية مباشرة، هي في الواقع ظواهر إحصائية دوماً، ظواهر تتشكل مظاهرها وتجلياتها من عدد هائل من الظواهر الذرية الأولية. إنّ الأشياء المألوفة لدينا هي دوماً أجسام ثقيلة جداً بالنسبة إلى الجسيمات الأولية التي تتألف منها المادة، أنّها أجسام ذات كتل كبيرة جداً إلى درجة أنّ كوانتوم العمل لا يساوي شيئاً إزاءها. ولذلك كان إطار

المكان والزمان (الفيزياء الكلاسيكية مبنية ضمنياً على هذه الملاحظة) الذي أنشأته أذهاننا لتسكن فيه الظواهر والأشياء التي هي في مستوى حياتنا البشرية، يبدو كما لو أنَّه إطار مستقل عن تلك الظواهر والأشياء التي تحتل فيه حيزاً. هذا ما جعل إطار المكان والزمان يبدو لنا في نهاية الأمر، كإطار ذهني مستقل عن محتواه، وذلك إلى درجة أنَّنا أصبحنا نتصور هذا الاستقلال كشيء أكيد وطبيعي تماماً، مما حملنا على اعتبار مفهوم المكان ومفهوم الزمان كفكرتين قطريتين قبليتين.

أما اليوم وعلى ضوء النظريات الكوانتية، فيبدو أنَّه من الضروري العدول عن هذا التصور عدولاً تاماً. ففي مستوى الظواهر الذرية، وهو مستوى دقيق جداً إلى درجة لا يجوز معها إهمال تأثير كوانتوم العمل، يصبح التحديد الدقيق للشيء في المكان والزمان غير ممكن بدون الأخذ بعين الاعتبار الخصائص الديناميكية لذلك الشيء، وبالأخص منها كتلته. فإذا أمكن أنْ تتخيل ملاحظاً ميكروسكوبيا (والواقع أنَّه لا يمكننا ذلك، لأنَّه كيف ستكون أعضاؤه الحسية) يقوم بأبحاثه داخل منظومة ذرية، فإن مفهومي الزمان والمكان ربما لن يكون لهما بالنسبة له أي معنى، أو على الأقل لن يكون لهما بالنسبة إليه نفس المعنى الذي لدينا نحن عنهما. ولكننا نحن البشر، نحن الذين لا نستطيع أن نلاحظ سوى انعكاس النشاط الذري على الظواهر التي على المستوى البشري، نحن الذين لا نستطيع أنْ نلاحظ سوى انعكاس النشاط الذري على الظواهر التي على المستوى البشري، نحن الذين نضطر إلى موضعة ملاحظاتنا في إطار المكان والزمان، وهذا شيء طبيعي تماماً، نعمل على بناء نظرياتنا حول الظواهر الذرية والكوانتية في هذا الإطار الذي ألفناه والذي لا نتصور قط إمكانية الاستغناء عنه استغناء تاماً. إنَّ رغبتنا في إدخال هذه الظواهر الأولية في إطار المكان والزمان، الإطار الذي لا يصلح فعلاً إلا عندما يتعلق الأمر بوصف إحصائي يعتمد على المتوسطات الحسابية لعدد هائل من هذه الظواهر، إن رغبتنا تلك، قد جعلتنا نصطدم بـ(علاقات الارتياب) المشهورة التي صاغها هيزنبرغ. إنَّ هذه العلاقات التي هي بمثابة

العلامة التي تشير إلى الحدود الفاصلة بين قطاعين، قد جاءت لترسم حداً لصلاحية المفاهيم القديمة التي ألفناها واعتدناها، ثم لتمنعنا من التمسك بذلك الاستقلال الذي كان يبدو لنا واضحاً، استقلال الزمان والمكان عن الخصائص الديناميكية للكيانات الفيزيائية.

إنَّ الفيزياء الكوانتية الحقيقية ستكون بدون شك فيزياء يكون في إمكانها، بتخليها عن فكرتي الموقع واللحظة الزمنية، والشيء، وجميع ما يشكل حدسنا العادي، أنْ تنطلق من مفاهيم وفرضيات كوانتية محض. وبارتفاعها بعد ذلك، إلى الظواهر الإحصائية على المستوى الماكروسكوبي، ستكشف لنا عن الكيفية التي يمكن بها أن ينبثق من الواقع الكوانتي على المستوى الذري، وبواسطة حساب المتوسطات إطار المكان – الزمان الصالح على المستوى البشري. ولكن هذه الفيزياء ليست، بدون شك، على قاب قوسين أو أدنى، إنَّها ستكون بعيدة عن حدسنا الحسي إلى درجة يصعب معها علينا أنْ نتصور كيف يمكن البدء في إنشائها اليوم مع بعض الحظوظ في النجاح). (انتهى نص لوي دوبروي)

رسالة المكان[1]

للعلامة الفيلسوف الحسن بن الهيثم البصري رحمه الله تعالى المتوفى سنة ثلاثين وأربع مائة هجرية

٢١. نص ابن الهيثم:

بسم الله الرحمن الرحيم
وما توفيقي إلا بالله
قول للحسن بن الحسن بن الهيثم في المكان:

قد اختلف أهل النظر المتحققين بالبحث عن حقائق الأمور في ماهية المكان، فقال قوم إنَّ مكان الجسم هو السطح المحيط بالجسم - وقال قوم آخرون إنَّ مكان الجسم هو الخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم ولم نجد لأحد من المتقدمين كلاماً مستقصى فى ماهية المكان، ولا دليلاً واضحاً يفصح عن حقيقة المكان، ولما كان ذلك، رأينا أنْ نبحث فى الماهية بحثا مستقصى يظهر به ماهية المكان وتتكشف حقيقته، ويسقط به الخلاف ويزول معه الاشتباه.

فنقول إنَّ المكان اسم مشترك يقال على أشياء كثيرة كل واحد منها يسمى مكاناً، وذلك أنَّ المكان هو الذى يجاب به السائل عن مكان الجسم، وجواب السائل عن مكان الجسم قد يكون لكل واحد من عدة أشياء، وذلك أنَّ سائلا إنْسأل عن إنسان من الناس فقال فلان فى أي مكان هو، وكان ذلك الإنسان غائبا عن بلده - فجوابه هو أنْ يقال: هو فى البلد الفلانى، وفى ذلك دليل على أنَّ البلد قد يسمى مكاناً وكذلك إنْ سأل سائل فقال: فلان فى أي مكان يسكن - فجوابه هو أنْ يقال: هو فى المحلة الفلانية وفي ذلك دليل على أنَّ المحلة التي هي جزء من المدينة قد تسمى مكاناً، و كذلك إنْ سأل سائل عن إنسان، وهو فى دار ذلك الإنسان فقال: فلان فى أي مكان يسمى فجوابه هو

1) الطبعة الأولى، مطبعة دائر المعارف العثمانية، حيدر أباد، الدكن، سنة ١٣٥٧ هـ

أنْ يقال: هو فى المجلس الفلانى، أو فى البيت الفلاني، وفى ذلك دليل على أنَّ المجلس قد يسمى مكاناً، والبيت قد يسمى مكانا، وكل واحد من هذه المواضع لا يختلف الناس فى أنَّه قد يسمى مكاناً، كان المسؤول عنه إنساناً أم كان جسماً من الأجسام غير الإنسانية، وقد يبقى موضع واحد وهو الذي فيه خلاف، وهو مكان الجسم الذي لا تزيد أبعاده ذلك الجسم وهو المعنى الذى يجب أنْ نبحث عنه.

فنقول إنَّ كل جسم له شيئان، كل واحد منهما يتحمل أنْ يسمى مكاناً له. فأحدهما السطح المحيط بالجسم، أعني سطح الهواء المحيط بالجسم الذى فى الهواء، و سطح الماء المحيط بالجسم الذى يكون فى الماء وسطح كل جسم فى داخله جسم منفصل عنه، وهو الذى ذهب إليه إحدى الطائفتين المختلفتين والمعنى الآخر هو الخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم، فإن كان الجسمقد انتقل من الموضع الذى هو فيه، فإن السطح المحيط به يمكن أنْ يتخيل خالياً لا جسم فيه، وإنْ كان قد ملأه هواء أو ماء جسم من الأجسام غير الجسم الذى كان فيه - وأريد بالموضع أحد الأمكنة التي تقدم ذكرها، التي كل واحد منها يسمى بالاتفاق مكانا.

والخلاء المتخيل هو الأبعاد المتخيلة التى لا مادة فيها، التى بين النقط المتقابلة من السطح المحيط بالخلاء، وهذا هو الذى ذهب إليه الطائفة الأخرى، وكل واحد من هذين المعنيين ليس بممتنع أنْ يسمى مكانا إلا أنَّه يبقى يبحث عنهما، وعن خواص كل واحد منهما ليظهر هل أحدهما أولى بهذا الأسم من الآخر وليس أحدهما أولى به.

فما يعترض فى السطح من الشبه هو أن الجسم إذا تغير شكله تغير شكل السطح المحيط به. فمن الأجسام ما إذا تغير شكله تغير شكل السطح المحيط، وزادت مع ذلك مساحة السطح المحيط به، ومساحة الجسم باقية على حالها لم تتغير، فمن ذلك أن الجسم المتوازي السطوح إذا فصل بسطوح متوازية وموازية لسطحين من سطوحه، ثم نضدت اقتسامه وألفت، وجعل كل قسم إلى جانب القسم الآخر حتى تصير المتوازيه سطحين متوازيين، وتتصل أجزاء الجسم بعضها ببعض، فإنه يصير السطح المحيط بالجسم أعظم من السطح الأول الذى كان محيطاً بالجسم قبل تفصيله وذلك أنَّه يحدث بالتفصيل

سطوح كثيرة، كل واحد منها مساوٍ لكل واحد من السطحين المتوازيين كانا للسطوح الحادثة، و يبطل من سطوح الجسم بعض السطحين القائمين على السطحين المتوازيين فيصير مكان الجسم هو سطح الهواء المحيط بالجسم المنطبق على الجسم، الذى هو أضعاف للسطح الأول، فيكون مكان الجسم فى الحال الثانية أضعافاً، فالمكانه الأول والجسم فى نفسه لم يزد فيه شئ، وهذا معنى شنيع، وهو أنَّ كان الجسم يعظم والجسم لم يعظم، ولم يزد فيه شئ ز ومن ذلك أنَّ الماء إذا كان فى قربة كان السطح داخل القربة مكان الماء ثم إذا عصرت القربة فاض الماء من رأس القربة، يكون سطح القربة محيطاً بما بقى من الماء ثم كلما عصرت القربة خرج الماء وكان سطح القربة محيطاً بما بقي من الماء، ثم كلما عصرت القربة خرج الماء وكان سطح القربة محيطا بما بقي، فيكون الجسم يتناقص دائماً ومكان كل ما بقى منه هو مكانه الأول، ويلزم من ذلك أنْ يكون المكان الوحيد الذى هو سطح داخل القربة مكاناً لأجسام مختلفة المقادير، متباينة الاختلاف، وسطح القربة تارةً محيط بأعظمها وتارةً محيط بأصغرها وتارةً محيط بأوسطها وهذه شناعة شنيعة.

وأيضا فإن كل جسم يحيط به سطوح مستوية فإنه إذا حفر فى كل سطح من سطوحه حفراً مقعراً كروياً كان أو اسطونياً أو مخروطاً مستديراً أو مخروطاً مستوى السطوح، فإن السطوح المقعرة التى تحدث كل واحد منها أعظم من قاعدته المستوية التى تطلب، فيكون ما بقي من الجسم بعد ما حفر منها أصغر بكثير من الجسم الأول نفسه، ويكون مكان هذا الباقي أعظم من مكان الأول، فيكون الجسم صغر ومكانه قد تعاظم، وهذا من أشنع الشناعات ويلزم من جميع ذلك أنْ يكون الجسم الواحد له أمكنة كثيرة مختلفة المقادير، ومقدار الجسم لم يتغير وذلك الجسم المنفعل كالشمع والرصاص والماء، وكل جسم سيال، قد يتشكل بأشكال مختلفة من غير أنْ يزيد فيه ولا ينقص منه شئٌ وذلك أنَّ الشمع وما جرى مجراه إذا كان على شكل مكعب كان سطحه المحيط به هو مكانه ثم إذا جعل ذلك الجسم بعينه كروياً كان مكانه هو السطح الكروي المحيط، والسطح الكروي هو أبداً أصغر من مجموع سطوح المكعب إذا كان جسم الكرة مساوياً بالجسم المكعب.

وهذا المعنى قد بيناه فى كتابنا أنَّ الكرة أعظم من الأشكال المجسمة التى إحاطتها متساوية، وكذلك أنْ جُعِلَ ذلك الجسم ذا عشرين قاعدة كان مجموع سطوحه أصغر من مجموع سطوح المكعب، لأنّ ذا العشرين قاعدة إذا كان مجموع سطوحه مساوياً لمجموع سطوح المكعب، يكون جسمه أعظم من جسم المكعب لأنَّ ذلك أيضا قد تبين فى الكتاب الذى قدمنا ذكره وكذلك إنْ جُعِلَ الجسم ذو العشرين قاعدة او ذو ثمان قواعد أو سطونياً أو مخروطاً مستديَراً أو مخروطاً مضلعاً، فإن مقدار الجسم يكون واحداً وتكون السطوح المحيطة به مختلفة، وإذا ذلك فإن الجسم الواحد المعلوم المقدار، الذى مقداره لا يتغير كمية قد يحيط به فى الأوقات المختلفة سطوح مختلفة المقادير، فإنْ كان مكان الجسم هو السطح المحيط بالجسم فإنَّ مكان الجسم هو أمكنة مختلفة المقادير لا نهاية لعدتها، ليس واحد منها أولى بأن يكون مكاناً للجسم من كل واحد من الباقية، ومع ذلك لا تتحصل عدة أمكنة للجسم الواحد .

وكل واحد من الشبه التى ذكرناها ليس ينحل من الوجوه، فليس واجباً أنْ يكون الخط المحيط بالجسم مكاناً للجسم وإنْ سميً مكاناً فعلى طريق المجاز لا على غاية التحقق، على سبيل المثال ما يسمى البيت والدار والمحلة والمدينة مكاناً للجسم.

فأما الحال المتخيل الذي قد ملأه الجسم فإن الذى يعترض فيه من الشبه هو أنْ يقال إنَّ الخلاء ليس بموجود في العالم، فإذا قيل أنَّ مكان الجسم هو الخلاء، لزم أنْ يكون مكان الجسم شئ ليس بموجود، والجسم موجود وكل جسم موجود فهو فى مكان، وإذا كان المتمكن موجدا فمكانه موجود، فيلزم أنْ يكوم الخلاء موجوداً، وهو قول شنيع عند من يقول: إنَّ الخلاء ليس بموجود فهذه الشبه تنحل بما نصف.

وهو أن يقال فى الجواب هذا القول: إنَّ الخلاء إنَّ ما هو أبعاد مجردة من المواد، فالخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم هو الأبعاد المتخيلة المساوية لأبعاد الجسم إذا تخيلت مجردة من المادة فالخلاء المتخيل الذى قد ملأه الجسم هو أبعاد متخيلة مساوية لأبعاد الجسم، قد انطبقت عليها أبعاد الجسم المتخيلة في الجسم، وكل بعد متخيل إذا انطبق عليه بعد متخيلاً صارا جميعاً بعداً واحداً، لأنَّ البعد المتخيل إنما هو الخط الذى هو طول لا عرض

لـه، والخـط الـذي هـو طـول لا عـرض لـه إذا انطبـق علـى خـط هـو الطـول لا عرض له صـارا جميعاًخطـاً واحـداً، لأنـه لـيس يحـدث بانطباقهمـا عـرضٌ ولا طول زايد علـى طـول أحـدهما، فالخطـان المتخيـلان إذا انطبـق أحـدهما علـى الآخـر صـارا خطـاً واحـداً هـو طـول لا عـرض لـه فـالخلاء المتخيـل إذا انطبـق احدهما على الاخر صارا خطا واحدا هو طول لاعـرض لـه، فـالخلاء المتخيـل الـذي قـد مـلأه الجـسم هـو أبعـاد متخيلـة قـد انطبـق عليهـا أبعـاد الجـسم، فـصارت أبعـاداً واحـدة بعينـها، وإنمـا يـصير الخـلاء المتخيـل الـذى قـد مـلأه الجسم غير أبعـاد الجـسم، إذاً شـكل المتخيـل في تخيلـه أبعـاداً مـساوية لأبعـاد الجسم شبيهة بـشكل الجـسم ولـيس يكـون الـشكل الـذى في التخيـل الـذى هـو منفـرد عـن الجـسم مكانـاً للجـسم، وإنمـا مكـان الجـسم هـو الأبعـاد الـتي قـد انطبقت عليها أبعاد الجسم واتحـدت بهـا التـى الـشكل الـذى في التخيـل شـبيه بها، وليس إذا لم تكن الأبعـاد التـى قـد مـلأهـا الجـسم موجـودة علـى الانفـراد، خالية من المواد قبل أنْ يمـلأهـا الجـسم، فوجب أنْ يكـون الجـسم لم يمـلأ أبعـاداً ما، لأن الأبعاد قد تتخيل منفردة مجردة من المواد، وإنْ كانـت لم تخلُ قـط مـن جسم يملأها، ونحـن نبين هذا المعنى بمثال ينكشف به صورة المكان.

فنقول إنَّ كل جسم أجـوف كالكـأس والطـاس والكـوز، ومـا يجـرى مجراهـا بين كل نقطتين متقابلتين من سطح داخله الذي هـو سـطح مقعـر بعـد متخيـل معقول لا اختلاف فيه، وكذلك فيه أبعاد متخليـة قائمـة علـى قاعـدة تجويفـه ومائله، وجميع أبعاد سـطح داخـل الكـأس التـى بـين النـقط المتقابلـة منـه، هـى أبعاد ثابتة لا تتغير، فإن كان فى داخل الكأس هـواء ثـم مُلـئَ الكـأس مـاء، فـإنَّ الأبعاد التى بين النقط المتقابلة من سـطح داخـل الكـأس هـى أبعـاد المـاء الـذى فى داخل الكأس، ثم إذا سـكب المـاء مـن الكـأس ومُلـئ الكـأس شـراباً، صـارت أبعاد النقط المتقابلة من سطح داخل الكأس هـى أبعاد الشراب الذي صار فـى الكأس، وكذلك كل جسم يمـلأ الكـأس، فـإن الأبعـاد التـى بـين الـنقط المتقابلـة من سطح داخل الكأس تصير أبعاداً له فـالأبعـاد التـى بـين الـنقط المتقابلـة مـن سطح داخل الكأس قد تصير تارةً أبعاداً للهواء، وتارةً أبعاداً للماء، وتارةً أبعـاداً للـشراب، وتـصير أبعـاداً لكـل جـسم يمـلأ الكـأس الـتي هـي أجـسام مختلفـة الجواهر والكيفيات وأبعاداً داخـل الكـأس، هـي أبعـاد معقولـة مفهومـة، وهـي

ثابتة على حال واحدة لا تتغير ولا تزيد مقاديرها ولا تنقص، وكل واحد من الأجسام التى تملأ الكأس له أبعاد تخصه ولاتفارقه، ولا يزيد مقدارها ما دام الجسم حافظاً لصورة جوهره، وإنْ تغير شكل الأبعاد وزاد بعضها ونقص بعض وأبعاد كل واحد من الأجسام التى تملأ الكأس غير أبعاد الأجسام الباقية وإذا خرج أحد الأجسام من الكأس خرجت أبعاده معه، وأبعاد داخل الكأس باقية بحالها لم تخرج مع الجسم الخارج ثم إذا دخل في الكأس جسم آخر دخل وهو ذو أبعاد غير أبعاد داخل الكأس، ثم إذا صار في الكأس صارت أبعاد داخل الكأس أبعاداً له، وفى ذلك دليل واضح على أنَّ كل جسم يملأ الكأس، فإنَّ أبعاده تنطبق على أبعاد داخل الكأس وتتحدبها، وتصير أبعاداً للجسم الذى يملأ الكأس وأبعاد داخل الكأس أبعاد واحدة ولا تتغير.

وأيضاً فإنَّ كل جسم منفعل كالهواء والماء والشراب والأجسام المنفعلة قابلة لاختلاف الأشكال، وتغير الهيئات، ومع ذلك فالأبعاد غير مفارقه لها، وإنَّما تتغير أشكالها وهيئاتها بنقصان بعض أبعادها وزيادة بعضها لأن مساحتها (أعني تغير كمية مقدارها وليس تغير أشكالها وهيئاتها، ما دام جوهرها حافظاً لصورته) وإذا كان الجسم الواحد السيال المنفعل كالماء وما جرى مجراه فى أواني مختلفة الأشكال، ثم سكب من كل واحد منها فى الكأس ما يملأ الكأس مرة بعد مرة كانت أشكال ما حصل فى الكأس منها قبل حصوله فى الكأس أشكالاً مختلفة، ثم من بعد حصول كل واحد منها فى الكأس مرة بعد مرة قد تشكلت كلها بشكلٍ واحدٍ لا يختلف تشكلها بوجه من الوجوه، فتبين من ذلك أنَّ هناك شيئاً هو الذى قوَّمَ هيئات جميع تلك الأجسام وشكلها كلها بشكل واحد وهيئةٍ واحدة، والهيئة الواحدة التى عليها صارت هيئة كل واحد من تلك الأجسام التى حصلت في الكأس هي هيئة داخل الكأس، وهيئة داخل الكأس هي هيئة أبعاد داخل الكأس فهيئة أبعاد الكأس هى تقوم هيئات جميع الأجسام التى تملا الكأس بهيئة واحدة بعينها وفى ذلك دليل ظاهر على أنَّ فى داخل الكأس أبعاداً ثابتة لا تتغير، وأنَّ أبعاد الأجسام التي تتعاقب على الكأس التي هي أجسام مختلفة في جواهرها مختلفة فى أشكالها وهيئاتها قبل حصولها في الكأس ينطبق أبعاد كل واحد

منها على تلك الأبعاد الثابتة ويتشكل بشكلها، ويتحد كل واحد من أبعاد الجسم بالبعد الذي في داخل الكأس الذي قد انطبق عليه ذلك البعد.

فإن قيل إنَّ الذي يقوِّم شكل الجسم وهيئته هو سطح داخل الكأس لا الأبعاد التي بين النقط المتقابلة من السطح.

فالجواب هو أنَّ الجسم الذى يحصل في الكأس قد حصل فيما بين النقط المتقابلة من سطح داخل الكأس فقد انطبقت أبعاده على الأبعاد التى بين النقط المتقابلة من سطح داخل الكأس أو مجموعة ا، وكل جسم يحصل في داخل الكأس تنطبق أبعاده على أبعاد داخل الكأس على تصاريف الأحوال التي هى أبعاد ثابتة لا تتغير.

والأبعاد الثابتة التى فى داخل الكأس هى الخلاء المتخيل الذي يملأه كل واحد من الأجسام التى تملأ الكأس، وإنْ كانت هذه الأبعاد ليس تخلو من جسم يملأها، لكنها في التخيل خالية من المواد وفي الوجود الحسى مقترنة بمادة، والمواد تتعاقب عليها.

وكل جسم يحيط به جسم فسطح الجسم المحيط بالجسم الذي في داخله يحيط بأبعاد متخيلة معلومة ثابتة لا تتغير قد انطبقت عليها أبعاد الجسم المحاط به واتحدت بها فإذا أخرج ذلك الجسم المحاط به من ذلك الموضع وصار مكانه جسم غيره انطبقت أبعاد الجسم الثاني على الأبعاد الثابتة المعقولة المتخيلة التى كان انطبق عليها الجسم الأول.

فقد تبين من جميع ما بيناه أنَّ الأبعاد المتخيلة التي بين النقط المتقابلة من السطح والمحيط بالجسم التي هي الخلاء المتخيل الذي قد ملأ، الجسم أولى بأن يكون مكان الجسم من السطح المحيط بالجسم، إذا كان قد ظهر أنَّ السطح يلزمه [شبه بشعة وشناعات فاحشة] والأبعاد المتخيلة التي بين النقط المتقابلة من السطح المحيط بالجسم التي هي الخلاء المتخيل الذي قد ملأه الجسم ليس يلزمها شئ من الشناعات ولا يقدح فيها شئ من الشبه، فالأبعاد المتخيلة التى بين النقط المتقابلة من السطح المحيط بالجسم هى المكان الذى قد تمكن فيه الجسم الذى ليس يزيد على مقدار الجسم ومن أجل تلك

الأبعاد من بعد تمكن الجسم فيها ومن بعد انطباق أبعاده على الجسم عليها يتحد بأبعاد الجسم ويصير أبعاداً للجسم فيكون الخلاء المتخيل المساوي للجسم الذي قد ملأه الجسم هو أبعاد الجسم نفسه، وإذا كان كذلك فمكان الجسم هو أبعاد الجسم.

فإن قيل إنَّ الخلاء هو جسم والجسم المتمكن فى المكان هو جسم وليس يجوز أنْ يداخل الجسم جسماً آخر ويصيرا جسماً واحداً.

فالجواب أنَّ الجسم لا يداخل الجسم إذا كان واحد منها ذا مادة، وكان فى المادة مدافعة وممانعة فيمنع كل واحد منهما الآخر أنَّ يصير فى مكانه، وهو ثابت في مكانه، والخلاء ليس بذي مادة ولا فيه مدافعة وإنَّما الخلاء هو أبعاد فقط متهيئة لقبول المواد، والجسم الطبيعي هو المادة التي هي الأبعاد المتهئية لقبولها مع الأبعاد، وكل الأبعاد فهي متهيئة لقبول كل مادة وكل بُعْد، فليس فيه مانع يمنع الأبعاد من أنْ تنطبق عليه فليس يمتنع أنْ ينطبق أبعاد الجسم الطبيعي الذي الخلاء متهيئ لقبوله على أبعاد الخلاء التي هي أطوال لا عروض لها، ولا مدافعة فيها، وإذا كذلك فقد بطل القول بأن الجسم الطبيعي لا يداخل الخلاء لأنهما جسمان.

وإذا قد تبين جميع ما بيناه فمكان الجسم هو أبعاد الجسم التى إذا جردت فى التخيل كانت خلاءً ولا مادة فيه مساوياً لجسم شبيه الشكل بشكل الجسم، وذلك ما أردنا بيانه فى هذه المقالة.

تم القول للحسن بن الحسن بن الهيثم فى المكان

والحمد لله رب العالمين والصلوة على

رسوله محمد وآله أجمعين

فصل في الميكانيكا من الدكتور ياسين خليل

٢٢. نص الدكتور ياسين خليل:[1]

"علم الحركة (الديناميكا)

٣٢ - تناولت مؤلفات الفلاسفة والعلماء العرب، الخاصة بالعلم الطبيعي، بالدراسة والتحليل موضوع حركة الأجسام المادية في الطبيعة، واعتمدت دراستهم على التجارب والملاحظات من جهة، وعلى النظر العقلي من جهة أخرى. فالطبيعات هي الأشياء الواقعة تحت الحواس من الأجسام وأحوالها وما يصدر عنها من حركاتها وأفعالها وما يفعل ذلك فيها من قوى وذوات غير محسوسة. فالعلم يعرض لإظهارها أولاً، ويترقى منه إلى الأخفى فالأخفى[2]. ولم تكن المبادئ التي توصلوا إلى تثبيتها محدودة بحدود ظاهرة أو مجموعة معينة من الظواهر، بل استهدفت أن تكون عامة تنطبق على الحركات التي منشؤها على الأرض، وحركات الكواكب التي نرصدها في القبة السماوية. لذلك فإن استنباط هذه المبادىء لا يعتمد على مجال واحد من مجالات الفلسفة الطبيعية، بل يجب أنْ ننظر في أمرها في علم الفلك وعلم الموازين والأثقال إضافة إلى الموضوعات التي تتناولها الفلسفة الطبيعية بالدراسة في الأجسام والحركة والمكان والخلاء والزمان والقوة والسرعة والعلاقات القائمة بينها. فالحركة الانتقالية تعني انتقال الجسم من موضع إلى موضع آخر في المكان، وإنَّ كل انتقال من هذا النوع لا يتم إلا في زمان يقيس الحركة، فنميز بين الجسم السريع والجسم البطيء عندما يقطع كل منهما مسافة معلومة واحدة. واختلفت الآراء والمذاهب في مسألة الجسم والحركة والمكان والزمان بين الفلاسفة والعلماء، وحسبنا هنا أنَّ نتابع النتائج التي توصل إليها العلماء لاعتمادهم على منهج واضح قائم على الملاحظة والرصد والتجارب، مع عدم

---

1) ياسين خليل: العلوم الطبيعية عند العرب، مطبعة جامعة بغداد، ١٩٨٠، ص. ١٧١ - ١٩٦.

2) أبو البركات البغدادي: المعتبر في الحكمة، الجزء الثاني، ص. ٦.

التفريط ببعض الآراء الفلسفية النافعة والمتفقة في التحليل والنتائج مع التفكير العلمي السليم. إنَّ الموضوعات التي نريد بحثها في علم الحركة هي تلك التي لها علاقة بالأجسام المادية والحركة ومايتصل بهما من زمان ومكان ومقاومة واحتكاك وغير ذالك، مركزين في الوقت نفسه على تلك الموضوعات التي أولاها العلماء العرب اهتمامهم من الناحيتين العلمية والنظرية. وأفضل وسيلة لدراسة الموضوع هو أنْ نقسمه إلى ثلاثة أقسام على التوالي:

القسم الأول: يتناول مجموعة المفاهيم الرئيسة في الديناميكا، وهي الجسم، والحركة والمكان والخلاء والزمان والقوة وغير ذلك، لمعرفة ما توصل إليه العلماء العرب بهذا الصدد، مع ذكر بعض الآراء والمذاهب في كل واحدة منها.

القسم الثاني: يتناول مجموعة المبادىء والفروض، والأساسية ذات العلاقة بالمفاهيم السابقة، مع ذكر الاجتهادات فيها، وكيفية الوصول إلى تثبيتها، وبيان علاقة المفاهيم بعضها ببعض، ليتسنى لنا معرفة أبرز المبادىء التي قادت علم الفيزياء إلى الطريق الصائب.

القسم الثالث: يتناول مجموعة من التجارب والاجتهادات والفروض النظرية القياس عليها وتعميمها على حالات أو ظواهر أخرى، والاستدلالات المترتبة على المبادىء وتعليل الظواهر المختلفة وغير ذلك من المسائل ذات العلاقة بالديناميكا.

وستغطي هذه الأقسام جميع الآراء المتصلة بعلم الحركة مثل المقاومة والاحتكاك، واختلاف حركة الأجسام باختلاف الأوساط، وعلاقة الزمان والمكان بالجسم المتحرك، وماهية الحركة المنتظمة واختلاف سرعة الأجسام، والعلاقة بين كتلة الجسم والقوة والسرعة، والأجسام الساقطة والتسارع، والجاذبية والاستمرارية، والممانعة وصلابة الأجسام وغير ذلك.

لقد اتبعت طريقة بسيطة في معرفة واكتشاف المبادىء العامة، وهيأن يبدأ المرء بالمحسوسات القريبة، لأنها أعرف إلى الإنسان من غيرها، ثم يرتقي بعد ذلك إلى المحسوسات البعيدة سائراً بخطى حثيثة تدعمها الملاحظة والتجربة باتجاه المقولات وهي المفاهيم الكلية المجردة والمبادىء العامة. ولا شك أنَّ هذه الطريقة الاستقرائية التي تبدأ بالجزيئات أولاً ثم ترتقي خطوة بعد

أخرى إلى القوانين والمبادىء، هي السبيل العلمي لتحصيل المعرفة العلمية. صحيح إن المرء يدرك الأشياء جملة واحدة، ولكنه ينتقل إلى ملاحظة تفصيلاتها من لون وشكل وصغر وعظم، فإذا اختبرنا هذه التفصيلات، فإننا سرعان ما نكتشف أشياء لا يستطيع البصر لوحده مجرداً من معرفتها، وإنَّ الشيء أو الجسم الذي رأيناه جملة واحدة أصبح بعد الإختبار والتجارب له معنى آخر وبعبارة أخرى:

إنَّ البحث في الأجسام الطبيعية يستدعي دراستها على خطوات:

أولاً: انْ نبحث في الجزئيات أو التفصيلات للأشياء سواء بالملاحظة أو بإجراء التجارب، والغاية من ذلك تتجلى في معرفة الخصائص الملازمة للشيء وتلك التي تفارقه، إضافة إلى معرفة دقيقة بالأعراض، أو الصفات التي تحمل على الأشياء.

ثانياً: أنْ ننتقل بعد ذلك إلى تجريد تلك الخصائص الثابتة والملازمة للشيء وأنْ نتأمل الشيء من خلال هذه الخصائص فقط. فالجسم يحمل صفات كثيرة مثل اللون والشكل والعظم والصغر وغير ذلك، وهي جميعا ليست ملازمة للجسم، بينما نجد أنَّ جميع الأجسام مهما اختلفت تلتقي في كونها حائزة على ثلاثة أبعاد هي الطول والعرض والعمق.

ثالثاً: أنْ ننتقل بعد ذلك إلى تعريف الشيء أو الجسم بخصائصه الجوهرية فقط، من دون أنْ نذكر الصفات الأخرى العرضية أو الزائلة، فنقول إنَّ الجسم الطبيعي يعد امتداداً يتقدر طولاً وعرضاً وعمقاً. وبذلك يشغل كل جسم طبيعي حيزاً من المكان.

إنَّ هذا الاسلوب في الانتقال من المحسوس إلى المعقول، ومن الجزئي إلى الكلي، هو المنهج الذي اتبعه العرب في أبحاثهم الطبيعية في الديناميكا، سواء بالنسبة للمفاهيم مثل الجسم الطبيعي، والحركة، والمكان، والخلاء، والزمان وغير ذلك، أو بالنسبة للفروض والمبادىء العامة.

فمن الظواهر الطبيعية التي نشاهدها بالحواس وهي الأعرف بالنسبة لنا، حركة الأجسام الطبيعية، فتظهر في انتقال الجسم من مكان إلى مكان آخر، وتظهر في حركة الجسم الموضعية، عندما تنتقل أجزاء الجسم في المكان

ذاته من دون مغادرته إلى مكان آخر مثل حركة الدولاب الدورانية، كما تظهر الحركة في نمو الأجسام مثل ما يحدث بالنسبة إلى النبات والحيوان، وكذلك نلاحظ الحركة بالنسبة للكون والفساد عندما تأتلف الأجسام أو تنحل. فمفهوم الحركة بناءً على ذلك مفهوم واسع يشمل أنواعاً مختلفة من الحركات، ولكننا سنولي اهتمامنا للحركة الانتقالية سواء كانت بالنسبة لحركة الأجسام على الأرض أو لحركة الكواكب والأجرام السماوية. فما هي الحركة؟

لا شك أن الحركة ليست شيئاً منفصلاً عن الجسم، إذ لا يمكن ملاحظة الحركة بالطريقة التي نلاحظ بها الجَسم الطبيعي، لأنَّ للجسم وجوداً قائماً بذاته، بينما الحركة ليست كذلك، ولكنها تظهر مقترنة بالجسم. فعندما يغادر جسم ما مكانه إلى مكان آخر نلاحظ حركته، فإذا كان مماسا لجسم آخر، فإنَّه بحركته ينتقل إلى مكان يكون فيه بعيداً عن الجسم الأول. والحركة تقابل السكون، وذلك على أساس أنَّ السكون هو عدم الحركة، ويمكن أنْ نفهم الحركة بالقياس إلى السكون، فنقول إنَّ الحركة مقابلة للسكون، فإذا وجدنا جسماً كان ساكنا في مكان معين، ثم وجدناه ترك سكونه وتحرك إلى مكان آخر، قلنا إنَّ الجسم تحرك بعد أنْ كان ساكنا.

وبناءً على ما تقدم نتوصل إلى جملة من الحقائق الفيزيائية المهمة:

١- يقال للجسم الطبيعي أنَّه تحرك حركة انتقالية إذا ما خرج عن سكونه أي انتقل من مكانه الذي كان فيه إلى مكان آخر.

٢- يقال للجسم الطبيعي أنَّه ساكن إذا كان غير متحرك من مكانه الذي كان فيه، فالسكون هو عدم الحركة.

٣- لا تتم معرفة حركة الجسم إلا بالقياس إلى جسم ساكن،فإذا تحرك جسمان باتجاهين مختلفين، ولم نعتبرهما بالقياس إلى غيرهما أو بقياس أحدهما إلى الآخر، فسوف لا نعرف هل كلاهما يتحركان بسواء بسرعة واحدة وباتجاهين مختلفين، أو أحدهما أسرع من الآخر، أو أنَّ أحدهما يتحرك واللآخر ساكن.

٣٣ – فالجسم الطبيعي يسكن ويتحرك، وتكون حركته وسكونه في مكان، بل إنَّ لكل جسم طبيعي حيزاً أو مكاناً، وإنَّ الحركة الانتقالية لا تتم إلا في مكان. والمرء يدرك مكان الشيء بقوله مثلاً إنَّ الكتاب في مكان، وإنَّ الطائر في مكان، ولكن هذا المعنى العامي ليس غاية العالم، فهو يبدأ بالمحسوس لأنَّه أعرف من غيره، ولكنه يطلب المعنى العام والمفهوم المجرد. واختلفت الآراء في تحديد ماهية المكان، فمنها ما هو قريب إلى العالم المحسوسات، ومنها ما هو بعيد عنه، وبصورة عامة نجد جملة من هذه التعريفات نذكر منها ما يأتي:

أولاً: يقال إنَّ المكان هو الموضع الذي يكون فيه الجسم، فمكان الإنسان مثلاً هو الموضع من الأرض الذي يجلس فيه أو يقف أو يضطجع عليه. ومثل ذلك يقال على الكتاب والماء والهواء وغيرها بأن كلَّ واحد منها في مكان أو موضع.

ثانياً: يقال إنَّ المكان هو الموضع الذي يملأه المتمكن ويفارقة بحركته عنه ويلزمه بسكونه فيه[1]. فالمكان هو السطح المحيط بالجسم فيما إذا جعلنا العمق للجسم وليس للمكان.

ثالثاً: يقال إنَّ المكان هو فضاء له طول وعرض وعمق يحل فيه الجسم أو يكون خالياً منه.

تناول ابن الهيثم في رسالته في المكان هذا المفهوم بالدراسة والنقد والتحليل، فعرض باديء الأمر الآراء التي كانت مطروحة من قبل، ثم تناولها بالنقد لبيان الأخطاء فيها معتمدا على الملاحظة والاعتبار، وليصل في النهاية إلى تعريف جامع واضح لمفهوم المكان.ففي عرضه لآراء من تقدمه يقول: ((قد اختلف أهل النظر المتحققين بالبحث عن حقائق الأمور الموجودة في ما هية المكان، فقال قوم إنَّ مكان الجسم هو السطح المحيط بالجسم – وقال قوم آخرون إنَّ مكان الجسم هو الخلاء المتخيل الذي قد ملأه الجسم. ولم نجد لأحد من المتقدمين كلاماً مستقصى في ما هية المكان ولا دليلا واضحاً يفصح عن حقيقة المكان. ولما كان ذلك كذلك رأينا أنْ نبحث في ماهية المكان بحثاً مستقصى يظهر به ما هية المكان وتنكشف حقيقته

---

1) المصدرنفسه: ص ٤٣

ويسقط به الخلاف ويزول معه الاشتباه. فنقول إنَّ المكان اسم مشترك يقال على أشياء كثيرة كل واحد منها يسمى مكانا، وذلك أنَّ المكان هو الذي يجاب به السائل عن مكان الجسم، وجواب السائل عن مكان الجسم قد يكون لكل واحد من عدة أشياء)) [1]. وينتهي ابن الهيثم من عرضه للمشكلة المراد بحثها بعد تحليله للمكان كمفهوم عام يطلق على جميع الأمكنة أو المواضع التي تحل فيها الأجسام إلى تحديد المشكلة بقولة: ((إنَّ كل جسم فله شيئان كل واحد منهما يحتمل أنْ يسمى مكانا له، فأحدهما السطح المحيط بالجسم، أعني سطح الهواء المحيط بالجسم الذي في الهواء، وسطح الماء المحيط بالجسم الذي يكون في الماء، وسطح كل جسم داخله جسم منفصل عنه، وهو الذي ذهب إليه إحدى الطائفتين المختلفتين، والمعنى الآخر هو الخلاء المتخيل الذي قد ملأه الجسم، فإن كل جسم إذاقد انتقل من الموضع الذي هو فيه، فإن سطح المحيط كان به يمكن أنْ يتخيل خاليا لا جسم فيه، وإنْ كان قد ملأه هواء أو ماء أو جسم من الأجسام غير الجسم الذي كان فيه، وأريد بالموضع أحدالأمكنة التي تقدم ذكرها التي كل واحد منها يسمى بالاتفاق مكانا)) [2].

في هذا النص ثلاثة مفاهيم مستخدمة بمعنى المكان، ولكن ابن الهيثم يميز بينها بوضوح،هذه المفاهيم هي:

١- المكان كاسم مشترك يقال على أمكنة كثيرة.

٢- المكان بمعنى حلول الجسم في الهواء والماء، فيكون السطح المحيط هو المكان.

٣- المكان بمعنى الموضع.

وطريقة ابن الهيثم في تعريف المكان هي أنْ يبطل عند التحليل جميع المفاهيم التي سبق لمن تقدموه استعمالهما بمعنى المكان، ليضع في نهاية التحليل تعريفاً دقيقاً يقترب في روحه من التعريف العلمي. فهو يرفض بالحجة العلمية أنْ يكون المكان هو السطح المحيط بالجسم، سواء كان ذلك

---

1) ابن الهيثم: رسالة في المكان ص ٢

2) المصدر نفسه: ص ٣

السطح هواءً أو ماءً، ويميل شيئاً فشيئاً نحو الصورة الهندسية، فيفضل الخلاء المتخيل بقوله: ((فقد تبين من الجميع ما بيناه أنَّ الأبعاد المتخيلة التي بين النقط المتقابلة من السطح المحيط بالجسم التي هي الخلاء المتخيل قد ملأه الجسم أولى بأن يكون مكان الجسم من السطح المحيط بالجسم..... فالأبعاد المتخيلة التي بين النقط المتقابلة من السطح المحيط بالجسم هي المكان الذي قد تمكن فيه الجسم الذي ليس يزيد على مقدار الجسم. ومن أجل تلك الأبعاد من بعد تمكن الجسم فيها ومن بعد انطباق أبعاده على الجسم عليها يتحدد بأبعاد الجسم، ويصير أبعاد الجسم، فيكون الخلاء المتخيل المساوي للجسم الذي قد ملأه الجسم هو أبعاد الجسم نفسه، واذاكان كذلك فمكان الجسم هو أبعاد الجسم)) [١].

وعندما يتحدث ابن الهيثم عن العلاقة بين الجسم والمكان، فإنَّه لا ينسى تحديد معنى الجسم المادي عن طريق خاصية المدافعة والممانعة، بينما يخلو الخلاء من المادة لتي هي الأبعاد المتخيلة متهيئة لقبولها من الأبعاد، وكل الأبعاد فهي متهيئة لقبول كل مادة [٢].

ومن خلال تحليل النصوص السابقة نتوصل إلى عدة حقائق فيزيائية مهمة نجملها كما يأتي:

١- إنَّ المكان هو الخلاء المتخيل، وإنَّ الخلاء المتخيل يتعين بأبعاد هندسية هي أبعاد الجسم الذي يحل فيه.

٢- إنَّ بين المكان بمعنى الخلاء المتخيل والجسم المادي اختلافات، أهمها خلو الخلاء من خاصيتي الممانعة والمدافعة، وهي التي يعتبرها ابن الهيثم ملازمة للجسم الطبيعي.

٣- يتحدد مفهوم الجسم الطبيعي بالمادة والأبعاد الهندسية، على أساس أنَّ كل الأبعاد متهيئة لقبول كل مادة، وأنَّ مكان الجسم هو أبعاد الجسم.

---

1) المصدر نفسه: ص ٩

2) المصدر نفسه: ص ١٠

٤- إذا أردنا التخصيص لمعرفة موقف ابن الهيثم من الأجسام الطبيعية الصلبة، فإن مفهوم الجسم الصلب Rigid Body المستخدم حديثا في الفيزياء سيكون في مفهوم ابن الهيثم المادة الحائزة على خاصيتي المدافعة والممانعة ذات الأبعاد الهندسية الثابتة، بحيث أنَّ حركة الجسم من مكان إلى آخر لا تؤثر في أبعاده.

٣٤ - فلكل جسم حيز طبيعي في المكان، وإنَّ حركته معناها ترك ذلك الحيز الطبيعي إلى حيز طبيعي آخر، والحركة في المكان تعني بلا شك قطع مسافة معينة، وقد يكون الجسم سريعاً أو بطيئاً في حركته. فإذا تحرك جسمان ليقطعا مسافة واحدة، وكان أحدهما أسرع من الآخر، فإن الأسرع يقطع المسافة في زمن أقل من الجسم البطيء الذي يقطع المسافة نفسها. فالحركة والمكان والزمان تتلازم بعضها بعضا، ولكن ذلك لا يعني مطلقاً أنَّ الجسم الساكن لا يكون في زمان، فسواء كان الجسم ساكناً أو متحركاً فهو في زمان، ((والساكن هو الذي يكون في مكان واحد زمانا كما أنَّ المتحرك هو الذي لا يكون في المكان الواحد زمانا))[1].

ينصرف الذهن عند بحث حركة الجسم وسكونه إلى الزمان في محاولة لمعرفة ما هو الزمان؟ وهل له وجود مثل وجود الأجسام أو مثل وجود المكان وكيف؟

بحث الفلاسفة العرب مسألة الزمان وماهيته، وذلك على أساس أنَّه منفصل في الوجود، ومتصل في الماهية، وبعبارة أخرى: إنهم نظروا إليه من زاويتين:

الأولى: من حيث إنَّ للزمان كمية وأجزاء فهو مقدار مثل الدقائق والساعات والأيام والشهور والأعوام. فهو بهذا المعنى أجزاء منفصلة تعرف بها مقادير الحركات والسرع، وما ذهب منه في الماضي وما يأتي في المستقبل، وبينهما الحاضر.

الثانية: من حيث أنَّ الزمان سيلٌ متصلٌ لا تفصله فواصل ولا يتألف من أجزاء ((فدخول الزمان في الوجود دخول ما هو في سيلان. وإذا أردت أنْ

1) ابو البركات البغدادي: المصدر السابق ص ٧٠

تمثله بمثل رأس إبرة دقيق يخط به خط فكل ما يلقاه من الخطوط فيه إنَّ ما هو نقطة، فهو يلاقي بنقطة بعد نقطة لكنه لا يقر على نقطة، بل يتحرك فأي موضع وقفته كان نقطة، وفي أي موضع حركته تتوهم النقطة توهماً ولا تجدها واحدة بعد أخرى)) [1].

والزمان بهذا المعنى ثابت لا يتغير، فهو لا يشبه الحركة التي تختلف من حيث السرعة والبطء والاتجاه والمسافة وغير ذلك، لانه لا يتبدل من حال إلى حال ولا يتكثر.

إنَّ التمييز بين الزمان الاعتيادي الذي تقيس به الحركات والأشياء، والزمان الذي ينساب في الكون بشكل ثابت لا يتغير، هو تمييز بين الزمان النسبي والزمان المطلق. وفي البحوث الطبيعية نقولان الحركة في زمان، ولا نقول أنَّ الزمان في الحركة، فوجود الزمان لا يتوقف على وجود الأشياء وحركتها. وكما نقول إنَّ الحركة في زمان يقيسها، فكذلك نقول أنَّ الجسم في مكان نقول إنَّ المكان في الجسم. فالجسم الذي يقطع مسافة معينة إنَّما ينتقل من موضع إلى آخر في زمن معين يقيس حركة الجسم المتحرك، وإنَّ العلاقة بين المكان والزمان والجسم المتحرك متلازمة،اذ لا يمكن معرفة سرعة الجسم إلا بقياس المسافة والزمن الذي يستغرقه الجسم لقطع المسافة، وإنَّ الاختلاف في السرع إنما يتم عن طريق اختلاف حركة الأجسام في قطع المسافات وما تستغرقه من زمن. وبناءً على هذا التحليل توصل الفلاسفة والعلماء العرب إلى عدة حقائق فيزيائية في العلاقة بين الجسم المتحرك والمكان (المسافة) والزمن، نجملها كماياتي:

١- الزمان مقياس حركة الجسم، فإذا تحرك جسمان بسرعة واحدة لقطع مسافة معينة، كان الزمن المستغرق لكلية ما واحداً.

٢- الزمان مقياس حركة الجسم، فإذا تحرك جسمان بسرع مختلفة ولزمن واحد فإن الجسم الأسرع يقطع مسافة أكبر من الجسم البطيء.

---

1) المصدر نفسه: ص ٧٨

٣- الزمان مقياس حركة الجسم، فإذا تحرك جسمان بسرع مختلفة ولمسافة واحدة، فإنَّ الجسم الأسرع يقطع المسافة المذكورة بزمن أقل من زمن الجسم المتحرك الآخر.

٤- تقاس السرعة بالمسافة والزمن.

والحركات التي تتحرك بها الأجسام في مكان وزمان ليست واحدة، فمن الأجسام ما يتحرك بصورة دائمية، ومنها ما يتحرك لوقت ما ثم يسكن، ومنها ما يتحرك سريعاً، والآخر بطيئاً وآخر تزداد سرعته، ومنها ما يتحرك على استدارة، ومنها ما يتحرك على خط مستقيم ومنها ما يتحرك إلى جهة أخرى.

لقد ميز العرب بين الحركة المنتظمة والحركة غير المنتظمة، وذلك على أساس أنَّ الحركة التي يقطع فيها الجسم المتحرك مسافات متساوية في أزمنة متساوية، هي سرعة منتظمة، وأنَّ الجسم المتحرك الذي يقطع مسافات غير متساوية في أزمنة متساوية، أو مسافات متساوية في أزمنة غير متساوية، إنما يتحرك بسرعة غير منتظمة. وإذا تحرك جسم ما فمن الضروري تعيين اتجاه حركته، فالجسم المقذوف يتحرك بقوة إلى الأعلى، والجسم الساقط يتحرك إلى مركز الأرض، وقد يتحرك الجسم على خط مستقيم، وقد يتحرك على خط منحني أو على استدارة في دائرة، وفي ذلك قرر العلماء العرب من خلال ملاحظاتهم للحركات أنَّ لكل جسم طبيعي ميل معيناً لا يحيد عنه إلا بتأثير خارجي أو قوة قسرية. فالحركة الطبيعية للجسم الذي يتحرك على خط مستقيم تعبر عن الميل الطبيعي لذلك الجسم، والحركة الطبيعية للجسم الذي يتحرك حركة دائرية تعبر عن الميل الطبيعي لذلك الجسم. فإذا ما أجبر الجسم على تغيير حركة سرعته أو اتجاها كان ذلك بسبب تأثير خارجي. فالأجسام الطبيعية تميل إلى مركز الأرض في حركتها، لأنَّ الأرض هي مهبط الأثقال من كل جهة من جهات احاطتها الكرية، فإذا حولنا قذف الحجر إلى أعلى، فإننا بذلك ندفعه بقوة قسرية لتغير ميله واتجاهه، ولكن الحجر المقذوف سرعان ما يغير اتجاهه بعد مدة من الزمن فيعود إلى ميله الطبيعي. وإذا انفصل عن الجسم المتحرك حركة دائرية جسم أصغر منه، فإنَّه يستمر في حركته الدائرية بمحاذات الجسم الأول.

لقد ظهر لنا في فصل علم الهيئة أنَّ الذين يقولون بحركة الأرض حول نفسها يرون في الجسم المنفصل عن الأرض حركتين:

الأولى: حركة دورية يجرى الجسم بمحاذاة الأرض، لأنَّما يخص الكل في طبيعة يخص الجزء، ولما كانت الأرض تتحرك حركة دورانية فإنَّ الجسم المنفصل يتحرك هو الآخر حركة دورانية بمحاذاة الأرض.

الثانية: حركة مستقيمة إلى الأرض، وذلك لانجذاب الجسم إلى معدنه، فيسقط على خط مستقيم عمودي.

فإذا انعدمت الحركة الدورانية سقط الجسم إلى الأرض عمودياً عليها بفعل الجاذبية، وإذا انعدمت الجاذبية بقي الجسم في حركة دورانية. لكن لما كان لهذا الجسم حركة مركبة دورية ومستقيمة، فإنَّ الجسم لا يسقط على الأرض عمودياً، بل بميل منحرف.

وبناءً على ما تقدم نتوصل إلى استنتاج مهم نثبته على هيئة نقاط هي:

١- إنَّ للجسم ميلاً طبيعياً، وهذا الميل قد يكون على شكل حركةٍ مستقيمةٍ أو على شكل حركةٍ دائريةٍ

٢- يغير الجسم الطبيعي ميله الطبيعي بتأثير خارجي، فالجسم المقذوف إلى أعلى يستمر في الصعود بقوة قسرية، ولكنه يأخذ بالتباطؤ شيئاً فشيئاً حتى يعجز عن مقاومة الميل الطبيعي، فيعود هابطاً إلى الأسفل.

٣- يكون للجسم حركة مركبة، سواء كانت الحركة المركبة مكونة من حركة دورانية وأخرى مستقيمة، أو مكونة من حركة إلى أعلى وأخرى إلى أسفل على هيئة خط مستقيم.

٤- وذهب أبو البركات البغدادي إلى الإعتقاد بأن الحركات ثلاث، هي حركة طبيعية من ذات الشيء، فلا يتحرك الجسم بتأثير من الخارج وهي حركة قسرية. وفي ذلك يقول: ((والحركة إذا كانت في ذات الشيء فقد تنبعث من الطبيعية لا من خارج، ولا بإرادة وقصد كنزول الحجر، وقد تنبعث عنه بالإرادة كحركة الإنسان، وقد تكون بسبب

قسري كصعود الحجر)) [1]. ويؤكد بعد ذلك أنَّ الحركة الطبيعية الوحيدة هي حركة مستقيمة، وإنَّ حركة الاستدارة ليست حركة طبيعية، فيقول: ((فكل حركة طبيعية فعلى استقامة والمستديرة ليست بطبيعة)) [2]. و((كل حركة طبيعية إذا لم يعق عائق فهي تنتهي إلى غاية طبيعية لم يسكن المتحرك عند تلك الغاية فلا يتحرك عنها بالطبع.. فكل حركة طبيعية إذا غايتها سكون)) [3]. والحركة المستديرة ليست طبيعية، وما دامت هي كذلك، فإنَّ من أسباب هذه الحركة وجود تأثير من خارج.

٣٥ - والأجسام الطبيعية لا تتحرك بسرعة منتظمة إذا كانت تحت تأثير قوة خارجية أو محرك يحركها، وإذا كان لجسم طبيعي أنْ يتحرك بطبيعته على خط مستقيم، فإنَّ القوة الخارجية قد تجبره على تغيير اتجاهه فيتحول إلى حركة دائرية. والجسم المقذوف بقوة إلى أعلى يبدأ بسرعة تتزايد ثم تأخذ بالتباطؤ شيئاً فشيئاً، والجسم الساقط من أعلى تتزايد سرعته باستمرار كلما اقترب من الأرض.

لقد أدرك الفلاسفة والعلماء العرب هذه المعاني الفيزيائية، فذهب أبو البركات البغدادي إلى الاعتقاد ((بأن للحجر المقذوف إلى الأعلى ميلا يقاوم الميل القاذف، إلا أنَّه مقهور بقوة القاذف، ولأنَّ القوة القاسرة عرضية فيه فهي تضعف لمقاومة هذه القوة والميل الطبيعيين ولمقاومة المخروق)) [4]. ويشبه الميل الطبيعي للحجر المقذوف والقوة القاسرة الحلقة المتجاذبة بين المصارعين لكل واحد من المتجاذبين في جذبها قوة مقاومة لقوة أخرى، وليس إذا غلب أحدهما فيجذبها نحوه تكون قد خلت من قوة جذب الاخر بل تلك القوة الموجودة مقهورة فلولاها لما احتاج الآخر إلى كل ذلك الجذب)) [5]. فالجسم المقذوف إلى

---

1) المصدر نفسه: ص ١٠٤

2) المصدر نفسه: ص ١٦٠

3) المصدر نفسه: ص ١٠٥

4) المصدر نفسه: ص ١٠٠

5) المصدر نفسه: ص ١٠٠

الأعلى تذهب منه قوته القاسرة تدريجياً فيبطئ في حركته، حتى إذا غلبته القوة الطبيعية، رجع هابطاً إلى خط مستقيم وهو ميله الطبيعي ليستقر في حيزه في سكون. وقد بين أبو البركات البغدادي ملاحظة دقيقة عند هبوط الحجر إلى الأسفل، اذ وجد أنَّ سرعته تأخذ بالازدياد كلما اقترب من الأرض. فإذا كانت سرعته الأولية صفراً، فإن سرعته النهائية عند اقترابه إلى الأرض تكون أكبر من أية سرعة أخرى له في مسافة سقوطه. كما لاحظ أنَّ لارتفاع الجسم الساقط أثره البالغ في زيادة سرعة الحجر، فكلما كانت المسافة أبعد عن سطح الأرض، كانت سرعة الجسم عند اقترابه إلى الأرض أكبر، وفي ذلك يقول بالنص: ((كلما كان أبعد كان آخر حركته أسرع وقوة ميله أشد، وبذلك يشج ويسحق فلا يكون له ذلك إذا ألقي عن مسافة أقصر، بل يتبين التفاوت في ذلك بقدر طول المسافة التي سلكها)) (1).

وإذا استخدمنا لغة الفيزياء نقول أن الجسم يتسارع بسبب التعجيل الأرضي، وإنَّ سرعة الجسم تزداد كلما اقترب من سطح الأرض، وإنَّ الزيادة في السرعة تعتمد على طول المسافة التي يقطعها الجسم.

وبناءً على ما تقدم يجب التمييز بين السرعة والتسارع، وأنْ نفهم علاقة القوة بالنسبة لهما، فقد عرفنا مما سبق أنَّ الجسم الثقيل (الكتلة) قوة متجهة إلى أسفل إلى مركز الأرض، وأنَّ جميع الأجسام الطبيعية تميل إلى مركز الأرض على خط مستقيم. فالجسم الأثقل له قوة أكبر، وبعبارة أخرى: إنَّ بين الكتلة والقوة تناسباً طردياً، فالجسم الثقيل يحتاج إلى قوة أكبر لتحريكه من الجسم الخفيف، وإنَّ للجسم الثقيل الساقط من مسافة معينة قوة أكبر من الجسم الخفيف. وإذا ربطنا بين القوة والسرعة والزمان فإن ما نحصل عليه من نتائج يكون كما يأتي:

١- إنَّ القوة الأشد تحرك الجسم أسرع من القوة الأقل شدة، وإذا تحرك الجسم بفعل القوة الأشد بسرعة فإنَّ الزمن الذي يستغرقه يكون أقل من الجسم الذي تحرك بفعل قوة أضعف.

1) المصدر نفسه: ص ١٠١

٢- إذا بقيت القوة مستمرة من دون أنْ تنتهي، لم يكن عندئذ للسرعة نهاية، وتبقى القوة فاعلة من دون مدة معلومة أو زمان معين.

والجسم المتحرك الذي يتحرك حركة قسرية إما أنْ يكون محركة من الخارج، تحريك الحجر جراً على الأرض، أو أنْ تكون حركته مضادة لميله الطبيعي مثل تحريك الحجر إلى أعلى، أو تكون حركته بالجذب أو بالدفع. إما التدوير القسري فَإِنَّه ((مركب من جذب ودفع وحط ورفع، وأما الدحرجة فقد تكون عن سببين خارجيين جاذب ودافع، وقد تكون عن ميل طبيعي مع دفع أو جذب قسري)) [1]. فالقوة لا تكون من نوع واحد، فقد تكون قوة جاذبة أو دافعة أو قوة رافعة أو قوة للحط، وكل قوة من هذه القوى تفعل فعلها في الجسم، وقد تكون القوة مركبة من قوتين أو أكثر.

وتختلف حركة الأجسام في الأوساط، فإنَّ سرعتها في الماء غير سرعتها في الهواء، وكلما كانت الأوساط التي يتحرك فيها الجسم ألطف وأرق من حيث الكثافة كانت سرعته أكبر نظراً لسهولة خرق الجسم لهذا الوسط التي تقل فيه المقاومة أو المعاوقة، ولكن ماذا يحدث إذا تحركت الأجسام في الخلاء؟

يجيب أبو البركات البغدادي بفريضة فيزيائية مهمة هي ((لو تحركت الأجسام في الخلاء لتساوت حركة الثقيل والخفيف والكبير والصغير والمخروط المتحرك على رأسه الحاد والمخروط المتحرك على قاعدته الواسعة في السرعة والبطء، لأنَّها إنَّما تختلف في الملاء بهذه الأشياء، لسهولة خرقها لما تخرقه من مقاوم المخروق كالماء والهواء وغيره، فإنَّ المخروط المتحرك على رأسه يخرق أسهل من المتحرك على قاعدته ولا مخروق في الخلاء ولا مقاوم، فتتساوى الحركات في الزمان)).[2]

تشير هذه الفرضية إلى دقة في التفكير واستنتاج منطقي على الرغم من أنَّ هذه الحالة في رأي البغدادي غير قائمة في الطبيعة، وقد توصل إلى هذه النتيجة من عدة مقدمات افتراضية وتجريبية معاً، وهذه المقدمات هي:

---

1) المصدر نفسه: ص ١١٢

2) المصدر نفسه: ص ٥٢

المقدمة الأولى: إنَّ جميع الأجسام الطبيعية في حركتها تجتاز أوساطاً مختلفة من حيث الكثافة، فتلاقي هذه الأجسام مقاومة أو معاوقة من قبل الأوساط كل حسب كثافة الوسط الذي يمر به، فالجسم يخرق الوسط الأخف بسهولة وتكون المقاومة له أقل، بينما يخرق الجسم الوسط الكثيف بمقاومة أكبر فتقل سرعته.

المقدمة الثانية: إنَّ لشكل الجسم الطبيعي دوره في سهولة خرق الأوساط التي يمر بها، وهذا ما تؤيده التجربة، فالمخروق المتحرك على رأسه يخرق أسهل من المتحرك على قاعدته نظراً لشدة المقاومة التي يعانيها الجسم المتحرك على قاعدته، وقلة المقاومة إنْ كان المخروط متحركاً على رأسه.

المقدمة الثالثة: تتفاوت سرع الأجسام تبعاً لشدة المقاومة التي يبديها الوسط الذي يخرقه الجسم المتحرك، وتعتمد المقاومة على شكل الجسم كما تبين في المقدمة الثانية وحجمه.

المقدمة الافتراضية: إذا اختفت المقاومة التي يبديها الوسط ضد الجسم الطبيعي، وهذا ما يمكن حدوثه لو تخيلنا خلاءا ليس فيه مقاومة تماما،

النتيجة والاستنتاج: فإنَّ الأجسام على اختلاف أحجامها: الصغيرة والكبيرة، وعلى اختلاف أوزانها: الثقيلة والخفيفة، وعلى اختلاف أشكالها: المخروطية والمكعبة والمكورة وغيرها. لابد أنْ تتساوى حركاتها في الزمان.

واستخدم ابن الهيثم تجربة ميكانيكية أراد بها فهم سلوك الظاهرة الضوئية والقوانين الخاصة بها في حالة سقوط الضوء وانعكاسه مستعملاً في الوقت نفسه مفاهيمه الفيزيائية في الممانعة والمدافعة، والتجربة كما يأتي: ((أنْ يسقط المعتبر كرة ملساء من الحديد أو النحاس، أو ما يجري مجراهما من موضع مرتفع على مرآة مستوية أفقية من الحديد. ثم يتأمل الكرة عند لقائها المرآة وبعده. وابن الهيثم في وصف هذا الاعتبار يرى ألا يكون وزن الكرة أكثر من مثقال (المثقال يساوي = ٢٥،٤ غ)، ألا يقل الارتفاع عن عشرين ذراعا، ويبين أنَّ الكرة بعد لقاء المرآة ترجع إلى جهة العلو ثم تهبط إلى جهة الأسفل، وأنَّها ألقيت من مسافة أكبر، كان انعكاسها عن المرآة أقوى وإلى مسافة أبعد، وإنْ ألقيت من مسافة أقرب كان رجوعها أقل))[1].

---

1) مصطفى نظيف: المصدر السابق الجزء الأول ص ١٢٢

تشير تجربة ابن الهيثم إلى عدة حقائق فيزيائية نذكرها على التوالي:

١- إنَّ السقوط الحر للأجسام عمودياً إنَّما يكون بفعل الميل الطبيعي للجسم وقوة الجسم المتحرك، وإنَّ ارتداد الكرة يكون بفعل مدافعة المرآة وممانعتها على الانفعال.

٢- إذا كانت نقطة سقوط الكرة من مكان مرتفع وعلى مسافة كبيرة كان انعكاسها أو ارتدادها أقوى، وإلى مسافة أبعد. وبالعكس إذا كانت نقطة سقوط الكرة من مسافة قريبة كان انعكاسها أو ارتدادها أضعف وإلى مسافة أقل. وهذا معناه أنَّ ابن الهيثم أدرك العلاقة بين القوة والمسافة وتعجيل الجسم وثقله.

٣- إنَّ الكرة ترتد إلى نفس الجهة وبشكل عمودي كذلك. وهذا معناه أنَّ سقوط الضوء عموديً على مرآة يجعل انعكاسه عنها عمودياً كذلك.

واختبر ابن الهيثم ارتداد الكرة عن سطح مرآة في حالة أنْ تكون حركتها على استقامة خط مائل على سطح المرآة، ليثبت أنَّ خط السقوط وخط الانعكاس (الارتداد) والعمود تقع جميعها في مستوى واحد، وأنَّ زاوية السقوط تساوي زاوية الارتداد. وفي تجاربه هذه يستعمل ابن الهيثم اصطلاح قوة الحركة، وإنَّ الجسم الساقط إلى أسفل تكون حركته أقوى وأسرع إذا كانت مسافته أطول، وأنَّه يكتسب حركة بحسب مقدار المسافة ومقدار الثقل. وإنَّ الجسم الساقط يكتسب حركة في جهة الرجوع بسبب الممانعة، وكلما كانت الممانعة أقوى كان الرجوع أقوى كذلك.

٣٦- فيما تقدم من تحليل لعلم الحركة عند العرب يتضح لنا التفكير النظري القائم في الوقت نفسه على ملاحظات دقيقة وتجارب علمية. ولكي تكون على بينة من النتائج الهامة التي توصل اليها، نرى أنْ نجمل بشكل موجز المفاهيم والمبادئ والافتراضات مع الإشارة إلى ما أنجزه فلاسفة وعلماء عرب في هذا الميدان، خاصة إذا علمنا أنَّ المفاهيم والمبادئ العامة لعلم الحركة قد وجدت لها تطبيقات في السوائل بشكل واضح سنأتي على ذكرها فيما بعد.

تعريفات وتوضيحات:

الجسم الطبيعي:

إنَّه الجوهر أو البعد الامتدادي الذي له طول وعرض وعمق. وعرَّفه ابن الهيثم بأنَّه المادة والأبعاد الهندسية، على أساس أنَّ كل الأبعاد متهيئة لقبول المادة. وأنَّ اختلاف الجسم الطبيعي عن المكان هو أنَّ الأول حائز على خاصيتي المدافعة والممانعة.

المكان:

يعرف ابن الهيثم المكان بأنَّه الأبعاد المتخيلة التي بين النقط المتقابلة من السطح المحيط بالجسم.

الزمان:

ميز أبو البركات البغدادي بين الزمن الاعتيادي الذي تقيس به حركات الأجسام، فنقسمه إلى مقادير هي دقائق وساعات وأيام وأسابيع وشهور وأعوام، وماهية الزمن (الزمن المطلق) الذي يحدده بسيل متصل لا يتألف من أجزاء، فهو كخط دقيق مستمر تلقاه الخطوط الأخرى في نقط، وهذه النقط هي الآنات التي تظهر فيها الأجسام أثناء حركتها.

الحركة:

هي انتقال الجسم الطبيعي من حيزه في المكان إلى حيز آخر في المكان قاطعاً مسافةً معينةً.

الحركة المنتظمة:

هي حركة يقطع فيها الجسم مسافات متساوية في أزمنة متساوية.

السرعة:

هي حركة انتقال الجسم لقطع مسافةٍ معينةٍ في زمن معينٍ، تساوي المسافة المقطوعة / الزمن المستغرق

التعجيل:

هو مقدار الزيادة في السرعة في الزمن، ويعبر عنه بالسرعة المتزايدة أو اطراد الزيادة في السرعة.

المبادئ العامة:

مبدأ السكون:

يميل الجسم الطبيعي إلى السكون، لأنَّغاية كل حركة طبيعية هي السكون.

مبدأ الحركة المستقيمة:

الحركة المستقيمة للجسم الطبيعي حركة باتجاه ثابت ما لم يؤثر عليها تأثير من الخارج، فيقسرها عن حركتها واتجاهها.

لقد ورد هذا المبدأ بصياغات متعددة نذكر منها ما قال ابن سينا: ((إنَّك تعلم أنَّ الجسم إذا خلي وطباعه، ولم يعرض له من خارج تأثير غريب، لم يكن له بعد من موضع وشكل معين)) [1].

ويذكر الخازني عن أبي سهل القوهي وابن الهيثم ((إنَّ الجسم الثقيل هو الذي يتحرك بقوة ذاتية أبداً إلى مركز العالم فقط، أعني الثقيل هو الذي له قوة تحركه إلى نقطة المراكز وفي الجهة أبداً التي فيها المركز، ولا تحركه تلك القوة في جهة غير تلك الجهة، وتلك القوة هي لذاته لا مكتسبة من خارج، وغير مفارقة له ما دام على غير المركز ومتحركاً بها أبداً ما لم يعقه عائق إلى أنْ يصير مركز العالم))[2].

مبدأ السكون وحركة الاستدارة:

((لكل جسم طبيعي بطبعه وخاصيته حيزاً طبيعياً، يخالف به ما يخالفه في طبعه ومبدئه، هو قوة أو خاصية تخصه بذلك الحيز تسكنه فيه أو تحركه إليه أو تحركه فيه حركة لا تخرجه عنه وهي الحركة على الاستدارة فإن فيها معنى السكون في الحيز وزيادة هي اتم في معنى السكون من السكون.. فإن المتحرك على الاستدارة يتحرك وهو في مكانه، ولا تخرجه حركته عن مكانه، بل هي تبدل الأجزاء إلى أجزاء المكان وثبات الكل في كل المكان)) [3].

---

1) ابن سينا: الاشارات والتنبيهات الجزء الثاني ص ٣٧٤

2) عبدالرحمن الخازني: المصدر السابق ص ١٠٨

3) ابو البركات البغدادي: المصدر السابق ص ١٦

مبدأ الجاذبية:

الميل الطبيعي للجسم الساقط أنْ يهبط على استقامة على مركز الأرض، فإذا قَسَرَتْهُ قوة ما باتجاه معاكس، فإن هذا القوة ترفعه إلى مسافة ثم تُذهب منه قوته القاسرة تدريجياً فيبطئ في حركته، حتى إذا غلبته القوة الطبيعية (الجذب) رجع هابطاً على خط مستقيم في حيزه في سكون.

مبدأ القوة والشغل:

تتناسب القوة مع التعجيل والمسافة، فإذا كان الجسم أبعد مسافة، كانت آخر كرته أسرع وقوة ميله أشد. وإذا كان الجسم أقصر مسافة كان آخر حركته أبطأ وقوة ميله أقل.

ينطوي هذا التناسب على قانونين: أحدهما قانون يختص بالقوة، والآخر يختص بالشغل.

ق= ك × ع القوة = الكتلة × التعجيل.

ش= ق × م الشغل = القوة × المسافة.

الفرضيات:

فرضية تساوي الحركات في الفراغ:

إذا تحركت الأجسام في الخلاء، كانت حركتها متساوية في الزمان، بغض النظر عن اختلاف أوزانها وأحجامها أو أشكالها.

فرضية استمرار الحركة في الفراغ:

إذا كانت الحركة في الخلاء بسبب قوة فارقته، فإن المتحرك لا يقف أبداً، لأنَّه لا يكون أولى بالوقوف في موضع من دون موضع. وإذا كانت الحركة في الخلاء لم تبطل القوة المكتسبة في المرميّ التي خلقت قوة الرامي، لأنَّها تبطل في الخلاء بما يلقاها من مقاومة المخروق فيضعفها أولاً فأول حتى يبطلها، واذ لايوجد مقاومة في الخلاء فالمرمي فيه لا تلقى قوته ما يبطلها، وهي لا تبطل بنفسها لأنَّ الشيء لا يبطل ذاته، واذ لايوجد مقاومة في الخلاء، فالمرمي فيه يتحرك أبداً))[1].

---

1) المصدر نفسه: ص ٥١ – ٥٢

((كل جسم من شأنه أنْ يفارق موضعه الطبيعي ويعاوده، يكون موضعه الطبيعي متحدد الجهة له، لا له، لأنَّه قد يفارقه ويرجع إليه وهو في الحالتين ذو جهة)) [1].

فرضية نسبية الحركة:

إذا تحرك جسمان، فلا يمكن معرفة حركتهما إلا بالقياس إلى غيرهما. وإذا أردت أنْ تعرف أحدهما بالقياس إلى الآخر، لما أمكن معرفة أيتها أسرع، وهل أنَّ أحدهما يتحرك مع سكون الآخر، لذلك فإن الضرورة تحتم أنْ تقاس حركتهما بالنسبة لساكن.

٣٧- وتناول العلماء العرب بالبحث الدقيق القائم على التجارب حركة الأجسام المختلفة في الرطوبات المختلفة، وسرع الأجسام المتساوية في السوائل الواحدة، وسرعة الأجسام المختلفة في السوائل الواحدة، وسرع الأجسام المتساوية في السوائل المختلفة، وحددوا بدقة العوامل المؤثرة على سرعة الأجسام في السوائل. وكان إدراكهم للحركة المنتظمة واضحاً في الهواء وفي السوائل. وفيما يلي نص يشير إلى ذلك بجلاء:

((والأجسام المتساوية الثقل هي التي إذا تحركت في جسم واحد من الأجسام الرطبة من نقطة واحدة، كانت حركتها متساوية، أعني أنَّها تجوز في أزمنة متساوية مسافات متساوية)) [2].

وبعبارة أخرى: يقال لجسم ما متحرك في وسط ما بسرعة متساوية أنْ حركته منتظمة: (إذا ما قطع مسافات متساوية في ازمنة متساوية.)

وما دامت المسألة تتعلق بالرطوبات التي يجتازها الجسم، فإنَّ عوامل أخرى غير ثقله تحدد حركته وسرعته، منها ما يتصل بالحجم والشكل والبعد عن مركز الأرض. وفيما يلي أحد المبادئ الرئيسة في ذلك:

((الأجسام الثقال قد تتساوى أثقالها وإنْ كانت مختلفة في القوة، مختلفة في الشكل، والأجسام المتساوية الثقل هي التي إذا تحركت في جسم واحد من الأجسام الرطبة في نقطة واحدة كانت حركتها متساوية، إنَّها تجوز في أزمنة

---

1) ابن سينا: المصدر السابق، ص ٢٦٣

2) الخزاني: المصدر السابق، ص ١٧

متساوية مسافات متساوية، والأجسام المختلة الثقل هي التي إذا تحركت على هذه الصفة كانت حركتها مختلفة، وأعظمهما ثقلاً أسرعهما حرمة، والأجسام المتساوية في القوة والحجم والشكل والبعد عن مركز العالم متساوية)) [1].

يشير هذا النص إلى عدة حقائق فيزيائية نجملها كما يأتي:

١- إنَّ العوامل الفيزيائية كما وردت في النص هي الحجم، والشكل، والبعد عن مركز العالم، إضافة إلى عاملي القوة والثقل.

٢- إنَّ الأجسام الثقيلة قد تتساوى أوزانها، ولكن مع ذلك في فهي مختلفة في القوة والشكل نظراً لأهمية الشكل في حركة الأجسام في الرطوبات، وبناءً على ذلك يكون المبدأ الجديد هو: إذا اختلفت الأجسام الثقيلة في الشكل وتساوت في الأوزان، كانت القوى فيها مختلفة.

٣- يشير النص إشارة واضحة إلى تعريف للحركة المنتظمة في الرطوبات، إضافة إلى تثبيت مبدأ يخص الحركة المتساوية للاجسام في الرطوبات وهو: أنَّ الأجسام المتساوية في القوة والحجم والشكل والبعد عن مركز العالم متساوية.

ومن المبادئ الرئيسة في ميكانيك السوائل ما يذكرة الخازني عن أبي سهل القوهي والحسن بن الهيثم ما نصه:

((إذا تحرك جسم ثقيل في أجسام رطبة، فإن حركته فيها بحسب رطوبتها فتكون حركته في الجسم الأرطب أسرع. وإذا تحرك في جسم رطب جسمان تساويا الحجم متشابها الشكل مختلفا الكثافة، فإنَّ حركة الجسم الأكثف فيه تكون أسرع. وإذا تحرك في جسم رطب جسمان متساويا الحجم متساويان في القوة مختلفا الشكل، فإنْ يلقي الجسم الرطب منه سطح أصغر تكون حركته فيه أسرع. وإذا تحرك في جسم رطب جسمان متساويان في القوة مختلفا الحجم، فإن حركة الأعظم فيه أبطأ)) [2].

يشير هذا النص إلى عدة حقائق مستقاة من التجربة ولا شك، وهذه الحقائق هي:

---

1) المصدر نفسه: ص ١٧

2) المصدر نفسه: ص ١٦

١- إنَّ حركة الجسم في الوسط اللطيف الكثافة أسرع من حركته في وسط كثيف.

٢- الأجسام قد تتساوى في الحجم وتتشابه في الشكل، ولكنها قد تختلف من حيث الكثافة، فالجسم الكثيف الذي يساوي جسماً آخر في كل شيء ما عدا الكثافة، تكون حركته أسرع من الجسم الآخر إذا اجتازا وسطاً واحداً.

٣- إذا تساوى جسمان في كل شيء من حيث القوة والحجم، واختلفا من حيث الشكل فقط، فإن الجسم الذي يلاقي سطحه الاصغر ذلك الوسط الرطب تكون حركته أسرع.

٤- إذا تساوى جسمان من حيث القوة واختلفا من حيث الحجم فقط، فإنَّ الجسم الكبير الحجم تكون سرعته أبطأ من الجسم الصغير حجما.

وبحث العلماء العرب باستفاضة موضوع الأجسام الطافية والأجسام الراسبة، مستندين في ذلك على إجراء التجارب من جهة، وعلى مبادىء فيزيائية من جهة أخرى. وقد تناولت دراساتهم أحكام الجسم المصمت في الماء، وأحكام الجرم المجوف في الماء والرسوب والطفو عليه، والفرق بالانتقال[1] ونورد هنا بعض المبادئ العامة منها.

يقال للجرم مثليا إذا كان وزنه مساويا لوزن الماء المزاح

يقال للجرم راسباً إذا كان وزنه أثقل من وزن الماء المزاح

يقال للجرم طافيا إذا كان وزنه أقل من وزن الماء المزاح

وبذلك نحصل على العلاقات الفيزيائية الآتية:

١- في حالة الاستقرار: وزن الجرم = وزن الماء و = و

٢- في حالة الرسوب: وزن الجرم > وزن الماء و > و

٣- في حالة الطفو: وزن الجرم < وزن الماء و < و

(انتهى نص الدكتور ياسين خليل رحمه الله)

---

1) المصدر نفسه: ص ٢٦ - ٢٧

الفصل الثاني
مبدأ التحقق والأسئلة الخالية من المعنى

المبحث الأول
مبدأ التحقق في التجريبية المنطقية

٢٣ - عقدت فى جامعة فيينا عام (١٩٢٢) حلقة دراسية أدارها الفيسلوف (موريتز شليك (١٨٨٢ - ١٩٣٦) (M. Schlick الذي كان متخصصاً فى الفيزياء وشغل منصب أستاذ فلسفة العلوم الاستقرائية فى جامعة فيينا، إضافة إلى اهتماماته الفلسفية الجادة.[١] ويقول (هربرت فايجل) إنَّه حضر عام (١٩٢٣) هذه الحلقة الدراسية بصحبة زميله (فردريك وايرزمان) (F.Waismann)، وقد سميت هذه الحلقة باسم (جماعة فيينا Vienna Circle) ثم انضم إلى هذه الجماعة عدد كبير من العلماء المهتمين بالفلسفة ومن مختلف الاختصاصات، ممن يعتبرون الفلسفة ضرورة معرفية لعلومهم، ومنهم عالم الرياضيات هانزهان H. Hahn وعالم الاجتماع أوتو نيوراث (O.Neurath) وعالم التاريخ فكتور كرافت V.Kraft. ثم انضم إليهم بعد ذلك الفيلسوف وعالم الفيزياء فيليب فرانك والفيسلوف والعالم النفساني كايلا (E. Kaila) وعالم الرياضيات كورت جودل K. Godel ثم كارناب الذي كان مهتماً بالفلسفة والمنطق والفيزياء، والذي أصبح فيما بعد أبرز أعضاء جماعة فيينا.[٢]

وقد كان لجماعة فيينا بعض الأهداف الفلسفية التى طرحتها فى عام (١٩٢٩) ثم حاولت تحقيقها؛ حيث نشرت هذه الجماعة أفكارها فى بيان تحت عنوان (الفهم العلمي للعالم) الذي تدعو فيه إلى إقامة العلوم على أسس

1) د. ياسين خليل – مقدمة فى الفلسفة المعاصرة، ص. ٢٥٧.

2) فايجل هربرت: التجريبية المنطقية فى كتاب فلسفة القرن العشرين، تحقيق داجوبرتد. رونز، ترجمة عثمان نويه، موسسة سجل العرب، القاهرة، ١٩٦٢، ص ١٥٨.

متينة، ثم توحيد العلوم وهو ما عرف فيما بعد باسم (وحدة العلم) وكذلك محاولة إقصاء القضايا الغامضة من الفلسفة والعلم باتباع منهج التحليل المنطقي فى مناقشة الأقوال الفلسفية والمفاهيم العلمية والتخلص من المشكلات الغامضة، وذلك بإبعادها خارج حدود العلم باعتبارها خالية من المعنى، كما استهدفت جماعة فينا إيضاح معاني المفاهيم فى العلوم التجريبية، وذلك بتبيان مضامينها القابلة للملاحظة. وقد استمدت جماعة فيينا بعض الأفكار من الأصول الفلسفية القديمة، إذ ذكر (يورجنسن J. Jergensen) بعض هذه الأصول فى كتابة "تطور التجريبية المنطقية" وهي:

- الأسس التجريبية، حيث اعتمدت جماعة فيينا على كل من ديفيد هيوم وجون ستيوارت مل وأفيناريوس Avenarius وماخ.
- في مجال المنهج العلمي وفرضيات الفيزياء والهندسة والعلوم التجريبية - اعتمدت على ماخ وبوانكاريه ودوهيم وآينشتاين.
- الأساس المنطقة، حيث اعتمدت على كل من لبينتز وبيانو وفريجه ١٩٤٨ - ١٩٢٥ G.Frege ورسل ووايتهيد ١٨٦١ - ١٩٤٧ A.N.Whitehead وهلبرت.[1]

إلاً أنَّ (هربرت فايجل) يحدد فى مقاله السابق (ص ١٨٤) المصادر ذات التأثير المباشر جداً على جماعة فيينا، حيث يرى أنَّ أصحاب التأثير الأكبر فى مجال الفلسفة والعلوم التجريبية هم (ماخ) و(بوانكارية) و(آينشتاين)، أما أصحاب التأثير الأكبر فى مجال الدراسات المنطقية فهم (فريجه) و(رسل) و(هلبرت). ومع ذلك فقد كان للحركة العلمية والفلسفة المعاصرة أثر كبير عليها، حيث تمثل هذا بظهور نظرية النسبية لآينشتاين ومناقشته للمفاهيم الفيزيائية من زاوية جديدة، مثل مفهوم الزمان والمكان والتزامن، وما ترتب على ذلك من تنظيرات فلسفية جديدة، وكذلك ظهور مبدأ اللادقة لهايزنبرك، الذي ترتبت عليه مناقشة جديدة المفهوم السببية والحتمية، وقد كان كتاب لودفيج فيتكنشتاين (١٨٨٩ - ١٩٥١) L.Wittgenstein رسالة منطقية -

---

1) Jergensen, J.: The Development of Logical Empiricism, International Encyclopedia of Unified Sciences, Vol. II. No.9, The university of Chicago.

فلسفية Trectatus Logico-Philosophico الصادر عام (1921) أكبر الأثر على جماعة فيينا، حيث أصبح موضوعا للدراسة والتحليل من قبلهم.

لقد سميت جماعة فيينا بـ(الوضعية المنطقية Logical Positivism) إشارة إلى اعتمادها هذين الأساسين معا، حيث أنَّ الفلسفات السابقة كانت تعتمد أحدهما فقط، فهي إما تجريبية وإما منطقية عقلية، وقد عملت الوضعية المنطقية على الاستفادة من كليهما، حيث أنَّ القضايا التجريبية مهمة في مجال العلوم الطبيعية، كما أن قضايا المنطق والرياضيات تعد أساسية للعلوم الرياضية والمنطقية، وقد عدلت التسمية فيما بعد، وسميت الحركة بـ(التجريبية المنطقية Logical Empiricism) استبعاداً لسوء الفهم الذي ينشأ أحياناً من ربط مصطلح الوضعية بالمذهب الوضعي عند أوجيست كونت (١٧٩٨ - ١٨٥٧) A.Comte.

إنَّ ارتباط الحركة بالأصول المنطقية الممتدة إلى (ليبنتز) نتج عن ذلك التمييز الذي وضعه (ليبنتز) بين نوعين من الحقائق هما حقائق العقل وحقائق الواقع، ويرى أنَّ الحقائق الأولى صادقة ضرورية وضدها مستحيل، وهي تقوم على مبدأ التناقض مثل قضايا المنطق والرياضيات، أما حقائق الواقع فيرى ليبنتز أنها حقائق احتمالية، وأنَّ صدقها أو كذبها يعتمد على التجربة وضدها ممكن، وهي تعتمد مبدأ العلة الكافية، مثل قضايا التجربة التي نكتسبها بواسطة المعرفة الحسية، أيْ أنَّ (ليبنتز) قد ميز بين نوعين من القضايا: قضايا تحليلية في المنطق والرياضيات صادقة بالضرورة، وقضايا تركيبية في العلوم التجريبية وتكون احتمالية الصدق.[1]

كما تلتقي التجريبية المنطقية في أساسها الثاني مع تجريبية هيوم في تمييزه بين نوعين من القضايا:

قضايا تحليلية في المنطق والرياضيات، وهذه القضايا التحليلية أو كما يسميها هيوم علاقات الأفكار Relations of Ideas تقدم استنباطاً برهانياً ضرورياً كما في الهندسة والجبر والحساب وتمتاز هذه القضايا بالوضوح واليقين.

---

1) Russell. B: The philosophy of Leibniz, George Allen, Uniwin, London, 1949, p.16.

وقضايا تركيبية في مجال العلوم التجريبية، وهي التي يسميها هيوم بأمور Matters of fact، فإن صدقها وكذبها يعتمد على التجربة، وهي لذلك تكون أقل وضوحاً من سابقتها، بل هي على خلاف القضايا البرهانية تماماً لأنَّه من الممكن تصور وجود ما يناقضها دون أنْ يؤدي هذه التصور إلى أي تناقض.(1)

إلاَّ أنَّ (هيوم) في تمييزه بين الانطباعات الحسية والأفكار، يرى أنَّ جميع أفكارنا ترجع بأصولها إلى الانطباعات الحسية سواء بطريقة مباشرة أو غير مباشرة، وأنَّ هذه الأفكار ما هي إلا نسخ باهتة لانطباعاتنا الحسية ومشتقة منها.(2) وإنَّ جميع القضايا التي لا تكون من النوعين السابقين يعتبرها (هيوم) قضايا وهمية حيث يقول: إذا أخذنا أي كتاب يتحدث عن اللاهوت أو الميتافيزيقا المدرسية ورأينا أنَّه لا يحتوي على أية "أفكار مجردة تخص العدد والكم"، ولايحتوي على أي "تفكير تجريبي متعلق بأمور الواقع والوجود"، فمن الأفضل أنْ نلقي به "إلى ألسنة اللهب، لأنَّه لا يحتوي إلاَّ السفسطة والوهم."(3) وبهذا تلتقي التجريبية المنطقية مع فلسفة (هيوم) من حيث رفضه لقضايا الميتافزيقاواللاهوت، باعتبارها قضايا ليست تحليلية ولا هي تركيبية، وبالتالي ليست صادقة أو كاذبة بل خالية من المعنى وحسب، حيث يعتبرها (هيوم) وَهْماً وسفسطة.

٢٤ - لقد جعلت التجريبية المنطقية من العلوم التجريبية والمنطقية محور اهتمامها، واعتبرت القضايا التحليلية والقضايا التركيبية هي التي تكون الأساس الواضح والمتين للمعرفة العلمية. أما ما عدا ذلك من قضايا فتعتبر قضايا لا معنى لها، لذلك نظرت هذه المدرسة بارتياب لمجمل الفلسفة التقليدية وخصوصاً قضايا الميتافيزيقا، باعتبارها قضايا لا ينطبق عليها الحكم صادقاً أو كاذباً، لأنَّها ليست تحليلية ولا هي بالقضايا التركيبية، وبناء على ذلك تكون قضايا خالية من المعنى، وعليه فقد أكدت على دور العلوم الاستقرائية والاستدلالية، حتى أصبحت الفلسفة في نظرهم وخصوصاً في

---

1) Hume, D.: Enquiries Concerning the Human Understanding, (Ed) by,L.A. Selby-Bigge, The Clarendon Press,1962,P.25.
2) Ibid: P.19.
3) Ibid: P.165.

كتابات (كارناب)، ما هـي إلاّ منطق للعلوم، وإنّ وظيفتها هـي التحليل المنطقـي للعلم؛ حيث تقدم تحليلاً للمفاهيم العلميـة والقضايا المستخدمة فيـه، وهـذا التحليل غير مقصور على لغة العلم وحسب بل وحتى لغة الحياة اليوميـة ويأتي فهم التجريبية المنطقية هذاللفلسفة مبنياً على فهمهم لوظيفة الفلسفة نفسها، وإلى تأثرهم الكبير بآراء (فيتكنشتاين)، حيث طرح في كتابه (رسالة منطقيـة - فلسفية) فهمـاً خاصـاً لوظيفـة الفلسفة يـنص علـى أنّ مهمـة الفلسفة هـي توضيح الأفكار وحسب، فهي ليست نظرية بل هي فعالية حيث يقول:

"إنّ موضوع الفلسفة هو التوضيح المنطقي للأفكار.

فالفلسفة ليست نظرية من النظريات، بل هي فاعلية.

ولذا يتكون العمل الفلسفي أساساًمن توضيحات."[1]

هـذه الفعاليـة أصبحت عند التجريبيـة المنطقيـة فاعليـة لتحليل القضايا والمفـاهيم، وتوضـيح معانيهـا بواسـطة منـهج التحليـل المنطقـي، فأصـبحت وظيفتـها هـي التحليـل المنطقـي للعلـوم، ويـرى كارنـاب أنّ التحليـل المنطقـي لقضية ما، ما هو إلاّ عملية "إيجاد طريقة للتحقق من صحة تلك القضية."[2] أي محاولة صياغة معيار للتحقيق من صدق القضايا، حيث تكون القضية إما تجريبيـة يمكن التحقق مـن صدقها بالتجربـة، أو منطقيـة تحليليـة وصدقها ضروري فيمكن التحقق منها بالبرهان وماعدا هذين النوعين فإنّه يعد ضـمن القضايا الخالية من المعنى تماماً كما في القضايا الميتافيزيقية.

وأود أنْ أوضـح مـا هـو المقصود بالقضايا الميتافيزيقيـة، ومـا هـو المقصود بنقـد الميتافيزيقـا عنـد فلاسـفة التجريبيـة المنطقيـة، حيـث يـرى كارنـاب أنّ الصفة (ميتافيزيقية)، تطلق على "كل تلك القضايا التي تدّعي تمثيل المعرفة بشأن شيء يفوق أو يتجاوز أية خبرة، مثلاً بشأن الجـوهر الحقيقـي للأشياء، بشأن الأشياء في ذاتها، المطلق، ومـا إلى ذلـك، ولا أدخـل في الميتافيزيقـا تلك

---

1) فيتكنشتاين، لـودفيج: رسـالة منطقيـة - فلسفية، ترجمـة عوميـا سـلام، مكتبـة الانجلوالمصرية، ١٩٦٨، ص. ٩١، القضية: ٤,١٢٢

2) وايت، مورتون: عصر التحليل، فلاسفة القرن العشرين، ترجمة اديب يوسف شيش، منشورات وزارة الثقافة والارشاد القومي، دمشق، ١٩٧٥، ص. ٢٣٠.

النظريات - التي تدعى ميتافيزيقية في بعض الأحيان - والتي غرضها ترتيب القضايا الأكثر عموماً فى مختلف مناطق المعرفة العلمية ترتيباً جيداً في مذهب، فمثل هذه النظريات ترجع فى الحقيقة إلى حقل العلم التجريبي لا إلى حقل الفلسفة، مهما بلغت من الجرأة."(١)

ويضرب (كارناب) أمثلة على القضايا الميتافيزيقة بأقوال الفلاسفة حول المبادىء الأولى، كما نجدها عند كل من طاليس وفيثاغورس وأفلاطون وغيرهم، مثلاً القول بأن مبدأ العالم هو الماء، هذا القول لا يمكن أنْ نستنتج منه أية قضية تخص الإدراكات والمشاعر أو الخبرات مما نتوقع حدوثه فى المستقبل، وعليه فهذه القضية لا تؤكد شيئاً لأنَّه لا يمكن التحقق منها، وبالتالي ليس لها معنى، ويرى فايجل أنَّ الغرض من مبدأ التحقق أو معيار المعنى هو محاولة إيجاد حد فاصل تماماً بين القضايا والتعابير التى لها علاقة بالوقائع وتلك القضايا التى ليس لها علاقة بالوقائع، وبالتالي لا بد من الربط بين المعنى الواقعي للعبارات وبين الخبرة، أي محاولة تثبيت حكم ما حول صحتها أو كذبها عن طريق اختبارها بالملاحظة، ولذلك يميز (فايجل) بين خمسة أنواع من القضايا هي: (٢)

- القضايا الصحيحة منطقياً أي القضايا التحليلية.
- القضايا الخاطئة منطقياً أي القضايا المتناقضة.
- القضايا الصحيحة واقعياً أي القضايا التى لها علاقة بالخبرة.
- القضايا الخاطئة واقعياً أي القضايا التي لا تؤيدها الوقائع الملاحظة.
- العبارات العاطفية.

وبهذا يرى فايجل أنّ العبارات تكون خالية من المعنى التجريبي إذا كانت تنتمي إلى إحدى المجموعات الآتية:

١- العبارات التي تصاغ من دون الأخذ بنظر الاعتبار القواعد البنائية للغة أي أنَّها تحتوي على أخطاء فى التركيب اللغوي أو السنتاكس مما يجعلها خالية من المعنى.

---

1) المصدر السابق: ص. ٢٤٣.

2) فايجل، هربرت: التجريبية المنطقية، فلسفة القرن العشرين، ص ١٥٩.

٢- القضايا التحليلية حيث يكون المحمول متضمنا فى الموضوع.

٣- القضايا المتناقضة لأنها خاطئة.

٤- القضايا والعبارات التي تحتوي مصطلحات ومفاهيم منطقية متعددة دون تقديم تعريفات تجريبية أو إجرائية بالنسبة لها.

٥- القضايا التى يستبعد تأتييدها منطقياً على أساس فروض المذهب التي هي جزء منه.[1]

أما بالنسبة لما يعنية نقد الميتافيزيقا فى التجريبية المنطقية فقد وضح (فايجل) ذلك، حيث يقول: إنَّ "النقد الوضعي للميتافيزيقا هو قبل كلِّ شيء نقد للخلط في المعاني، وليس يقصد به الإنكار بالجملة لما ظهر تحت اسم الميتافيزيقا."[2] حيث تكون القضية خالية من المعنى إذا لم تكن مستندة إلى أساس تجريبي أو أساس رياضي - منطقي؛ وبهذا تكون قضايا الميتافيزيقا خالية من المعنى إذا لم تكن معتمدة أحد هذين الأساسين، أي أنَّها توجه النقد إلى القضايا الميتافيزيقية فى مجال العلم، لأنَّ الكثير من القضايا الميتافيزيقية تحتوي على معانٍ انفعالية أو عاطفية، إلا أنَّ التجريبية المنطقية تقدم نقدها لقضايا الميتافيزيقا اعتمادا على الأساسين السابقين فقط، وبهذا ترى التجريبية المنطقية وخصوصا (كارناب) و(فايجل) أنَّ الطروحات الميتافيزيقية هى (أشباه طروحات Pseudo-Thesis) أو طروحات زائفة غير حقيقية قائمة في الأكثر على أخطاء في التركيب اللغوي للعبارات أو السنتاكس ولهذا فإن المشكلات المتعلقة بها ليست مشكلات حقيقية بل مجرد مشكلات زائفة أو (أشباه مشكلات Pseudo-Problems).

ويمكن مقارنة موقف التجريبية المنطقية وخصوصاً موقف (كارناب) من القضايا الفلسفية واعتبارها قائمة على أخطاء فى السنتاكس وأنَّها أشباه مشكلات بموقف (فيتكنشتاين)، حيث يقول في رسالته، فى القضية 4,003 "إنَّ معظم القضايا والأسئلة التي كتبت عن أمور فلسفية ليست كاذبة، بل هي

---

1) المصدر السابق: ص. ١٦٠.

2) المصدر السابق: ص. ١٦٠.

خالية من المعنى، فلسنا نسطيع إذاً أنْ نجيب عن أسئلة من هذا القبيل وكل ما يسعنا هو أنْ نقرر عنها أنَّها خالية من المعنى، فمعظم الأسئلة والقضايا التي يقولها الفلاسفة إنما تنشأ عن حقيقة كوننا لا نفهم منطق لغتنا ... وإذاً فلا عجب إذا عرفنا أنَّ أعمق المشكلات ليست في حقيقتها مشكلات على الإطلاق."[1]

٢٥ - ويمكن التعبير عن مبدأ التحقق في التجريبية المنطقية بصياغة قديمة وردت في كتابات ألفرد آير A.J.Ayer حيث يرى أنَّ أبسط طريقة لصياغة هذا المبدأ والتعبير عنه هي: "إنَّ القول له معنى حرفي فقط إذا كانت القضية التي يعبر عنها هي إما تحليلية أو قابلة للتحقق تجريبياً."[2] إنَّ محاولة التحقق من القضية تجريبياً يعني محاولة تثبيت حكم ما حول كونها صادقة أو كاذبة، وفيما يلي بعض الأمثلة لتوضيح ذلك:

١- هنالك قضايا تجريبية تتعلق بالملاحظة المباشرة مثل القول: (هذا الشي أحمر).

٢- هنالك قضايا تجريبية عديدة يستنتج منها تعميم قضايا كلية مثل قولنا: (إنَّ جميع المعادن تتمدد بالحرارة).

يمكن التحقق من القضية الأولى بصورة مباشرة من خلال فعل الرؤية، فإذا كان الشيء أحمر فالقضية صادقة، وإذا كان خلاف ذلك فالقضية كاذبة، مثل هذه القضايا البسيطة يمكن التحقق منها بصورة مباشرة وهناك قضايا علمية لا يمكن التحقق منها الآن، لكن يمكن التحقق منها فيما بعد مع استمرار تقدم العلم وتطور الوسائل المستخدمة لذلك، فهي من حيث المبدأ ممكنة التحقق. أما القول (بأن جميع المعادن تتمدد بالحرارة) فهو قول عام أو قضية كلية قد تمت صياغتها من خلال استقراء عدد محدود من الجزئيات، وهي من ذلك النوع من القضايا التي نحصل عليها بواسطة ما يسمى بالاستقراء الناقص، مثل هذه القضايا الكلية العلمية لا يمكن التحقق منها بواسطة المبدأ الذي طرحته التجريبية المنطقية، لأنَّه قول أكثر عموميةً

1) فينكنشتاين، لودفيج: رسالة منطقية - فلسفية، ص ٨٣.

2) Aye, A.J.: Language, Truth an Logic, Dover Publications, New York, 1946, P.5.

وتجريداً من القول الذي ورد في المثال الأول، وهو في حقيقته بمثابة قانون فيزيائي أو فرضية لا يمكن إرجاعها إلى أقوال الملاحظة البسيطة، لأنها تحتوي عنصراً جديداً، هو قابليتها للانطباق على حالات جديدة، أو التنبؤ بحالات جديدة غير تلك التي كانت موضع الدراسة والإختبار، فهي لذلك غير مشتقة من التجربة على نحو كلي وتام، وإنَّ عملية التحقق التام منها تقتضي إجراء عمليات تحقق لا نهاية لها على كل الحالات المستجدة، وهذا بالطبع مستحيل، أما عملية التحقق من الحالات التي تحت أيدينا موضوع الدراسة فهو غير كاف، لأنه يعني أنَّ هناك حالات مستقبلية عديدة لم يتم التحقق منها بعد، وهذا يعني ضمناً أنَّ مثل هذه الأقوال أو الفرضيات تتخذ طابع الاحتمالية وعدم اليقين، وأنَّ الإختبار والفحص المستمر بواسطة التجربة للحالات الجديدة هو الذي يثبت ما إذا كانت هذه التجارب تؤيدها أو تفندها.[1] وهكذا تصبح هذه القضايا الفيزيائية الكلية غير خاضعة لمعيار التحقق كما طرحته التجريبية المنطقية بل إنَّ هذا المعيار بصيغته السابقة يستبعد مثل هذه الفرضيات العلمية في مجال الفلسفة العلمية تماماً، كمايستبعد الأقوال الميتافيزيقية مثل القول (العدم يعدم) لـ(هايدجر)، وكل الأقوال التي ترى التجريبية المنطقية أنها ناشئة عن أخطاء في التركيب اللغوي.

والآن كيف يتم الفصل والتمييز بين القضايا العلمية أو الفرضيات العلمية وبين الأقوال الميتافيزيقية حسب مبدأ التحقق هذا؟

لقد حاول (كارناب) إيجاد حل لمثل هذه المشكلة، حيث ميز بين نوعين من التحقق هما:

١- تحقق مباشر.

٢- تحقق غير مباشر.

فالقول "الآن أرى مربعاً أحمر على أرض زرقاء"[2] يمكن التحقق منه بصورة مباشرة بواسطة الإدراك الحاضر، فإذا كنت أرى مربعاً أحمر على

---

1) د. ياسين خليل: مقدمه في الفلسفة المعاصرة، ص ٢٨٣.

2) وايتمورتون: عصر التحليل، ص٢٣١.

أرض زرقاء فإن القضية صحيحة، وإذا كنت لا أرى ذلك فالقضية كاذبة، وهو ما سبق أنْ لاحظناه في مناقشة المثال السابق (هذا الشي أحمر).

ويطرح (كارناب) مثالاً آخر لقضية أكثر تعقيداً من سابقتها وهي: "هذا المفتاح مصنوع من الحديد"[1] ويمكن التحقق من هذه القضية بطريقة بسيطة، وذلك بأن نضع المفتاح بالقرب من قضيب مغناطيسي فإذا انجذب للمغناطيس فهذا يعني أنَّه مصنوع من الحديد، ويقدم (كارناب) عدة قضايا كمقدمات لهذا الاستنتاج الذي يقول إنَّ الحديد (ينجذب نحو قضيب المغناطيس وقد استخدم (كارناب) الرمز (p) ليدل به على (القضية Proposition) وهذه المقدمات هي:

(p1) (هذا المفتاح مصنوع من الحديد) القضية المطلوب فحصها.

(p2) (إذا وضع شيء من الحديد بالقرب من المغناطيس فإنَّه سوف ينجذب) هذا قانون فيزيائي جرى التحقق منه من قبل.

(p3) (هذا الشي - قضيب - مغناطيس) قضية جرى التحقق منها من قبل.

(p4) (المفتاح موضوع بالقرب من القضيب) وهذا نتحقق منه الآن بصورة مباشرة بملاحظتنا.

ومن المقولات الاربع يمكننا ان نستنتج النتيجة:

(p5) (المفتاح سوف يجذب الآن بواسطة القضيب).

هذه الجملة الأخيرة هي تنبؤ يمكن فحصه بالملاحظة، فإذا نظرنا فإننا نلاحظ الجذب أو لا نلاحظه، في الحالة الأولى نجد حقيقة ايجابية: حقيقة التحقق من صحة القضية موضوع البحث، وفي الحالة الثانية يكون لدينا حقيقة سلبية، حقيقة على عدم صحة القضية."[2]

ويرى (كارناب) أنَّ هناك طرقاً أخرى متعددة للتحقق من صدق القضية (p1)، كأنْ نقوم باختبارات كهربائية وميكانيكية أو كيماوية أو بصرية، فإذا

---

1) المصدر السابق: ص٢٣١

2) المصدر السابق: ص ٢٣١ - ٢٣٢

أظهرت هذه الإختبارات نتائج إيجابية فيما يخص القضية (p1) فإن اليقين بصحتها يزداد حتى نصل إلى يقين يكفي للأغراض العملية، أما اليقين المطلق فلا يمكن الوصول إليه أبدا، حيث يرى (كارناب) أنَّ عدد الحقائق التي يمكن استنتاجها من القضية (p1) بمساعدة قضايا أخرى هو عدد غير محدود، ولذلك فإنه "يوجد فى المستقبل إمكان إيجاد حقيقة سلبية مهما كان احتمالها ضعيفاً . وهكذا فالقضية (p1) لا يمكن التحقق من صحتها بصورة كاملة، ولهذا السبب تدعى فرضية (Hypothesis)."[1]

من المعروف أنَّ القضية السابقة (P1) اذ عممت تصبح قانوناً فيزيائياً، وأنَّ القانون الفيزيائي هو فرض يجري التحقق من صحته باستمرار، وإنَّ عدد الحقائق التي تستنتج منه، والتي تكون قابلة للفحص والإختبار والتحقق، هو عدد غير محدود، ولذلك لا يمكن أنْ يخضع هذا الفرض العلمي لمبدأ التحقق، فهل يعتبر هذا القانون الفيزيائي قولاً ميتافيزيقياً لا معنى له؟ فى حين أنَّ الدور العلمي الذي يلعبه هذا الفرض يعد أساسياً بالنسبة للعلوم التجريبية، وبما أنَّ القانون العلمي هو أكثر من كونه خلاصة لملاحظات حسية واختبارات تجريبية، حيث يحتوي على جانب علمي مهم هو التنبؤ وإمكان الانطباق على حالات مستقبلية جديدة، لذلك يرى (كارناب) أنَّ التحقق من صحة القضية (p1) لا يمكن أنْ يتم "إلا بالتحقق المباشر من صحة قضايا أخرى مستنتجة من القضية (p1) مع قضايا أخرى قدجرى التحقق منها من قبل."[2] أي أنَّ مثل هذه القضايا يمكن قبولها فى العلم بوصفها ذات معنى إذا أمكن أنْ نستنتج منها قضايا نستطيع التحقق من صحتها بصورة مباشرة.

ولكن هذه التعديلات لمبدأ التحقق لم تكن كافية مما اضطر (آير) و(كارناب) لمناقشته من زوايا أخرى، واستبدال التحقق بالتثبت والاختبار عند (كارناب) كما سنرى فيما بعد .

---

1) المصدر السابق: ص ٢٣٢ .

2) المصدر السابق: ص ٢٣١ .

٢٦ - حاول (آير) أنْ يقدم فى الطبعة الثانية من كتابه (اللغة، الصدق، والمنطق) الصادر عام (١٩٤٦) مناقشة جديدة فيها تعديل للصيغة القديمة لمبدأ التحقق التى طرحت سابقاً، حيث يرى أنَّ القول له معنى إذا كان قابلاً للتحقق تجريبياً، ويتساءل (آير) ماذا نعني بقولنا قابل للتحقق Verifiable؟

ولمحاولة الإجابة على هذا السؤال يميز (آير) بين نوعين من الأقوال القابلة للتحقق وهي أقوال قابلة للتحقق بصورة قوية وأخرى قابلة للتحقق بصورة ضعيفة أي أنَّه يميز بين:

١- تحقق قوي Strong Verification

٢- تحقق ضعيف Weak Verification

وقد حاول (آير) التمييز بين النوعين من أجل جعل معيار المعنى فى التجريبية المنطقية أكثر شمولاً وفائدة، بحيث يصبح فى الإمكان رفض جميع القضايا الميتافيزيقية من دون اللجوء إلى رفض بعض القضايا العلمية المفيدة للبحث، التي هي مجرد فرضيات.

والقضية تكون قابلة للتحقق بالمعنى القوي للحد إذاكان صدقها يمكن أنْ يُقَرَّرَ على نحو حاسم فى الخبرة، والتحقق القوي يمكن أنْ ينطبق على القضايا التجريبية الفردية أو ما يسميه آير بالقضايا الأساسية Basic Propositions التى تشير إلى محتويات هي خبرات فردية، وهو ما لاحظناه عند مناقشة (كارناب) في التحقق المباشر.

لكن (آير) يرى أنَّ جميع القضايا التجريبية ما هي إلا فرضيات تكون عرضة باستمرار للاختبار بواسطة تجارب وخبرات أخرى، ولهذا السبب يرى أنَّ صدق مثل هذه القضايا لا يمكن أنْ يقرر على نحو قاطع وبصورة حاسمة ونهائية نظراً لوجود قضايا أخرى يمكن أنْ تكذبها فى المستقبل.[1] لذلك فإن مثل هذه القضايا الكلية لا يمكن ان تكون خاضعة للتحقق القوي بل يمكن التحقق منها بصورة ضعيفة، وهو الرأي الذي يتبناه (آير)، حيث يقول: إنَّ القضية تكون قابلة للتحقيق بالمعنى الضعيف للحد إذا امكن للخبرة فقط أنْ

---

1) Ayer, A. J.: Language, Truth, and Logic, p.9.

تجعلها محتملة،[1] أي إذا أمكن لبعض الخبرات الحسية الوثيقة الصلة بها أنْ تقرر صدقها أو كذبها، وبهذا سوف تستخدم أقوال الملاحظة والأقوال التجريبية لإثبات ذلك، وبهذا فإنَّ (آير) يميز بين تحقق يتم بصورة مباشرة وتحقق يكون على نحو غير مباشر.

والقول قابل للتحقيق على نحو مباشر فى حالتين:

أ- إذا كان هو نفسه من أقوال الملاحظة أو من الأقوال والقضايا الأساسية.

ب- إنَّه يمكن بارتباطه بقضية أو أكثر من هذه القضايا أنْ نستنتج على الأقل قولاً واحداً من أقوال الملاحظة لا يمكن استنتاجه من هذه المقدمات الأخرى لوحده.[2]

والقول قابل للتحقق غير مباشر إذا خضع للشروط التالية:

أ- إنَّه بارتباطه بمقدمات أخرى معينة يمكن أنْ نستنتج قضية أو أكثر قابلة للتحقيق بصورة مباشرة والتي لا يمكن اشتقاقها من هذه المقدمات لوحدها.

ب- إنَّ هذه المقدمات الأخرى لا تتضمن أي قول يكون غير تحليلي وغير قابل للتحقيق بصورة مباشرة.[3]

إلا أنَّ الحل الذي قدمه كارناب للمشكلة التى نتجت عن مبدأ التحقق يعد أكثر أهمية من ذلك الحل الذي قدمه (آير)، وقد سبق أنْ ميز (كارناب) بين تحقق مباشر وآخر غير مباشر، إلا أنَّه عاد فى مقاله (المعنى وقابلية الاختبار Testability and Meaning الذي نشر عام (١٩٣٦ - ١٩٣٧) فى مجلة (فلسفة العلم) في جزئين، ليميز بين التحقق Verification والتثبت Confirmation، حيث يقول (كارناب): "إذا فهم التحقق بوصفه تقريراً حاسماً وتاماً للصدق، فإن الأقوال الكلية مثل قوانين الفيزياء أو البيولوجيا المعروفة، لا يمكن التحقق منها مطلقا."[4] وبما، أنَّه من غير الممكن التحقق

1) Ibid: p.9.
2) Ibid: p. 13.
3) Ibid: P.13.
4) Carnap, R.: Testability and Meaning, Phil. Sci. 1936, Vol.3,p.425.

التام والنهائي من صدق قول تركيبي أو قانون ما أو فرضية، فإنَّ (كارناب) يناقش ذلك بقوله: "فإننا سوف نتحدث عن مشكلة التثبيت مفضلين ذلك على مشكلة التحقق."[1] ذلك لأنَّ الحالات والأمثلة التي يشير إليها القانون يكون عددها غير محدود لذلك لا يمكن أنْ تشمل بواسطة ملا حظاتنا التي هي دائماً محدودة فى العدد ونهائية، وعليه لا يمكننا التحقق من القانون بل بوسعنا التثبت منه أكثر فأكثر بواسطة الأمثلة التي تؤيده؛ لذلك يرى (كارناب) أنَّنا "لا نستطيع أنْ نتحقق من القانون، ولكننا نستطيع أنْ نختبره بواسطة اختبار حالاته المفردة، أعني الأقوال الخاصة التى نشتقها من القانون ومن أقوال أخرى مقررة سابقا، إذاً في مثل هذه السلسلة المستمرة من الإختبارات التجريبية ليس هنالك حالة سلبية يمكن أنْ توجد، بل إنَّ عدد الحالات الإيجابية يتزايد، وعليه فإن ثقتنا بالقانون سوف تزداد تدريجيا، وهكذا بدلاً من التحقق يمكننا أنْ نتحدث هنا عن التثبت المتزايد باستمرار للقانون."[2]

ويرى (كارناب) أنَّ ليس هنالك اختلاف نوعي فى التثبت من الأقوال والجمل المفردة ومن الأقوال الكلية، بل كل ما هنالك اختلاف فى الدرجة وحسب، فإذا أخذنا القول (هذه وردة حمراء) فإنَّه يمكننا التثبت منه بواسطة بعض الملاحظات، إما فى حالة القول الكلي أو القانون فإنَّنا نختبر الجمل التي نشتقها منه، حيث يقدم القانون تنبؤات حول ملاحظات مستقبلية، وبما أنَّ عدد هذه التنبؤات والحالات التى يمكن اشتقاقها هو عدد غير محدود ولا نهائي لذلك لا يمكن التحقق منه بصورة تامة وقاطعة، ومن الناحية العملية لن نستطيع الوصول إلى يقين كافٍ بعد إجراء عدد قليل من التجارب وإيقاف عملية التجريب عند بعض الأمثلة الإيجابية، إما من الناحية النظرية فهنالك امكانية لاستمرار سلسلة ملاحظات الإختبار، لذلك فليس هنالك تحقق كامل وتام، بل كل ما هنالك هو تثبت يتزايد باستمرار.

1) Ibid: P.420.
2) Ibid: P.425.

كما ميز (كارناب) بين التثبيت والإختبار، حيث يرى أنَّ القول قابل للاختبار إذا استطعنا أنْ نعرف أو أنْ نجد منهجاً تجريبياً وإجراءات اختبارية معينة لاختباره، والقول قابل للتثبت إذا عرفنا تحت أي الشروط سوف يكون القول مثبتاً.[1] وبهذا يكون القول قابلاً للتثبت إذا كان قابلا للرد إلى فئة الصفات القابلة للملاحظة. وقد اقترح (كارناب) بناء لغة تجريبية أو لغة التجريبي، وذلك للتمييز بين القضايا العلمية والاقوال الميتافيزيقية، حيث يكون القول في لغة التجريبي ذا أهمية تجريبية إذا كان قابل للترجمة إلى هذه اللغة. ولم يكن اقتراح بناء لغة التجريبي، من أجل استبعاد الأقوال الميتافيزيقية وحسب، بل وليجعل النظريات والقوانين العلمية قابلة لأن تترجم إلى هذه اللغة التي لها أساس في الخبرة والتي هي صفات الملاحظة. أما فيما يتعلق بهذه اللغة، فقد سبق أن ميّز (كارناب) بين:

١ - لغة الشيء.

٢ - اللغة الفيزيائية.

الأولى هي اللغة التي نستخدمها في حياتنا اليومية وفي حديثنا عن أشياء قابلة للإدراك والملاحظة من حولنا، والأقوال هنا تصف الأشياء بواسطة صفات قابلة للملاحظة أو علاقات بين الأشياء قابلة للملاحظة، أي أنَّ الوصف هنا هو وصف كيفي، وهذه اللغة يسميها كارناب أحياناً: لغة الملاحظة Observation Language[2].

أما اللغة الفيزيائية، فهي اللغة التي تستخدم في الفيزياء، وهي تحتوي لغة الشيء وكذلك حدود المصطلحات العلمية التي تفيد في تقديم وصف علمي لعمليات الطبيعة، أي أنَّ الوصف هنا وصف كمي والقول يكون هنا قابلاً للرد إلى صفات الملاحظة أو لغة الشيء، كما يكون بالإمكان التثبت منه، إضافة إلى قابليته للاختبار بواسطة منهج يضعه الفيزيائي لاختبار الحد، والمنهج

1) Ibid: P.420.

2) Carnap, R.: The Methodological Character of Theoretical Concepts, In Minnesota Studies in the Philosophy of Science, University of Minnesota Press, Minneapolis, (Ed) by Feigl, H. and M. Scriven, Vol. 1, 1962, P. 38.

هنا هو منهج القياس، ويسمي كارناب هذه اللغة أحياناً: باللغة النظرية Theoretical Language[1].

لكن هنالك أقوالاً حول الكثير من المفاهيم العلمية المهمة التي لا يمكن ترجمتها مباشرة إلى لغة التجريبي، أي أنها لا تنحل بصورة مباشرة إلى مجرد ملاحظات، هذه الأقوال لا يمكن تعريفها بواسطة التعريف الواضح أو الصريح، وفي حدود صفات الملاحظة، ولكن لابد من إدخالها في لغة التجريبي، ويمكن تحقيق ذلك، كما يرى (كارناب) بواسطة عمليات الرد أو بواسطة ما يسميه (بالتعريفات الاشتراطية Conditional Definitions) وهذه التعريفات الاشتراطية هي في حقيقتها تعريفات إجرائية، ذلك لأنَّ معاني الحدود والمفاهيم تُحَدَّد هنا بواسطة إجراءات معينة تنجز عليها، ولكن غالباً ما نجد في النظريات الفيزيائية حدوداً ومفاهيم لا يمكن تعريفها بواسطة:

١ - التعريف الواضح.

٢ - التعريف الإجرائي.

وهي مفاهيم تكون على درجة كبيرة من العمومية والتجريد، مثل تلك المفاهيم التي نجدها في نظرية النسبية ونظرية الكم، وتدخل هذه الحدود النظرية بواسطة بديهيات النظريات، ولكن على هذه البديهيات أنْ ترتبط دائماً بما يمكن ملاحظته بواسطة التعريفات الإجرائية، ذلك لأنَّ النظرية هنا نظرية فيزيائية عليها أنْ تفسر الوقائع في مجال الخبرة والملاحظة، ولقد حاول (برجمان) إيجاد حل لهذه المشكلة، حيث حاول تعريف الحدود النظرية والمفاهيم الرياضية بواسطة إجراءات، اصطلح على تسميتها بإجراءات القلم والورقة، أو الإجراءات الرمزية وهي إجراءات رياضية عقلية.

لقد أصبحت هذه الحدود النظرية محور اهتمام فلاسفة العلم المعاصرين، ذلك لكونها تلعب دوراً مهماً، فاعلاً وحيوياً في مجال النظريات الفيزيائية، وبما أنَّ جميع النظريات الفيزيائية يجب أنْ يكون لها معنى من

1) Ibid: P. 38.

الناحية التجريبية، لذلك يضع لها كارناب شرطاً محدداً، وهو شرط التجريبيين عموماً وينص على: "أنَّ الحدود النظرية يجب أنْ تكون معرَّفة على أساس من حدود لغة الملاحظة، وأنَّ جميع الأقوال النظرية يجب أنْ تكون قابلة للترجمة في لغة الملاحظة."[1] ولذلك يرى كارناب أنَّ معيار التمييز بين القضايا يجب أنْ يتسع ليشمل ويتضمن الحدود والمفاهيم النظرية لكي تأخذ دورها الفعال في العلوم التجريبية، وذلك من خلال تعريفها بما أسماه كارناب (بالتعريفات المسلم بها Postulational Definitions) أو التعريف الضمني. وبهذا يكون كارناب قد انتقل من مبدأ التحقق والتثبت إلى مبدأ (قابلية الترجمة Translatability) أي قابلية ترجمة هذه المفاهيم والحدود النظرية إلى لغة التجريبي وذلك لكي يكون التمييز بين القضايا ومعانيها شاملة حتى للمفاهيم النظرية وهذا يتطلب مناقشة القول ضمن النظام ككل وليس بصورةٍ مفردةٍ.

وبهذا فقد ميّز كارناب ثلاثة طرق يمكن بواسطتها ربط المفاهيم النظرية بالملاحظة، أو إرجاعها إلى إلى القضايا التسجيلية Protocol Sentences كما يسميها نيوراث، وهي تمثل عمليات فيزيائية يمكن التحقق منها مباشرةً.[2] وهذه الطرق التي تُعَرِّفُ الحدود بدءاً من لغة التجريبي وصولاً إلى الحدود النظرية، بحيث تجعلها قابلة للترجمة هي:

١ - التعريف الواضح.

٢ - التعريف الإجرائي.

٣ - التعريفات المسلم بها والتي تكون ضمن النظرية.[3]

وبهذا يشترط (كارناب) وفق هذا المعيار، اختبار النظام ككل أو النظرية بأكملها، أي أنَّ القول لا يؤخذ لوحده ويبحث عن معناه، بل يكون هذا البحث ضمن نظام كامل.

---

1) Ibid: P. 39.

2) Neurath, O.: Protocol Sentences, In Ayer, A. J.: (Ed) Logical Positivism, Illinois, 1960, P. 199.

3) Carnap, R.: Methodological Character of Theoretical Concepts, P. 41.

وقد ناقش (كارل بوبر) مبدأ التثبت والتحقق في التجريبية المنطقية، وطرح بدلاً منه مبدأ آخر هو مبدأ التكذيب (The Principle of Falsification) ونظراً لكون هذا المبدأ لا يتعلق بالحدود والمفاهيم العلمية بقدر تعلقه بالنظريات، فإني سأناقشه فيما بعد في القسم الثالث في مجال التحقق من صدق النظريات العلمية.

المبحث الثاني
مبدأ التحقق في الفلسفة البراجماتية:
(نظرية المعنى والصدق)

٢٧ - نشأت الفلسفة البراجماتية وأخذت صيغتها الواضحة والمؤثرة في أمريكا. وعلى الرغم من أنّ بعض الكتابات الأساسية للبراجماتيين قد ظهرت في أواخر القرن التاسع عشر، إلا أنَّ البراجماتية تعتبر من الاتجاهات الفلسفية البارزة في القرن العشرين والمميزة له. ففي عام (١٨٧٠) وفي أحد نوادي مدينة (كيمبرج) بولاية (ماسشوستس) كان يلتقي مجموعة من الشبان ممن يهتمون بالفلسفة والعلم، وكانوا، كما يصفهم أحد الأعضاء، بأنَّهم شباب نصف متحد ونصف متهكم، وكانوا ممن يلتزمون موقفاً معيناً تجاه بعض مباحث الفلسفة التقليدية، وخصوصيا الميتافيزيقا، حيث كانوا يمقتون وبشدة جميع القضايا الميتافيزيقية ويوجهون نشاطاتهم الفلسفية لانتقادها وإبعادها عن العلم.[١] ولذلك سمي هذا النادي بـ"النادي الميتافيزيقي The Metaphysical Club". وإنَّ نقدهم للميتافيزيقيا مأخوذ من فهمهم الخاص للفلسفة بصورة عامة، حيث يقول تشارلس ساندرزبيرس C.S. Peirce (١٨٣٩ - ١٩١٤) مؤسس المذهب: إنَّ "الفلسفة، كما أفهم الكلمة، هي علمٌ وضعيٌ نظريٌ."[٢]

كان (بيرس) من أبرز أعضاء النادي، ولكن انضم إليهم فيما بعد وليم جيمس W. James (١٨٤٢ - ١٩١٠) حيث التقى بهم في خريف عام (١٨٧٤).[٣] ومن الأعضاء الآخرين (جوزيف وارنر J. Warner) و(هولمز J. Holmes) و(رايت Ch. Wright) و(ابوت F.E. Abbot) و(جون فسك J. Fiske)[٤]

1) Peirce C.S.: Collected papers, (Ed) by C. Hartshome and P. Weiss, The Beiknap Press of Harvard University Press, Cambridg, Mass, 1960, Vol. V, p.7.
2) Ibid: Pp. 77and 42.
3) Ibid: P. 7.
4) Ibid: P.8.

وكانت لهم اختصاصات مختلفة واهتمامات مشتركة، حيث يقول (بيرس) إنَّ (جيمس) و(رايت) كانوا ممن يهتمون بالعلم ويتفحصون أقوال الميتافيزيقيا. ومن خلال مناقشات هؤلاء الأعضاء تبلورت فكرة البراجماتية عند (بيرس)، والتي عبر عنها أفضل تعبير في مقاله "كيف نجعل أفكارنا واضحة How to Make Our Ideas Clear"، والذي نشر عام (١٨٧٨). وقد انحل هذا النادي فيما بعد، إلا أنَّ البراجماتية كمنهج فلسفي بقيت في كتابات (بيرس)، تلك الكتابات التي لم تكن معروفة على نطاق واسع حتى عام (١٨٩٨)؛ حيث نشر (وليم جيمس) مقالة "التصورات الفلسفية والنتائج العلمية "الذي أكد فيه على أفكار (بيرس) وطَوَّرَها، ثم بدأت البراجماتية منذ ذلك الحين تنتشر بوصفها مذهباً فلسفياً انتشر سريعاً جداً، ليس في أمريكا وحسب بل وفي اوروبا كذلك، فأخذها الكثير من المفكرين والفلاسفة كمنهج مثل (جون ديوي) و(شيلر F.S. Schiller) في مجال الإنسانيات، و(جورج هربرت ميد G.H. Mead) في النواحي الاجتماعية و(لويس C.I. Lewis) و(رامزي F.P. Ramsey) في مجال الدراسات المنطقية، وتبناها في إيطاليا كل من (جيوفاني بابيني G. Papini) و(جيوفاني فايلاتي G. Vailati).

إنَّ مصطلح البراجماتية مشتق من الكلمة اليونانية القديمة (براجما pragma) وتعني العمل، ذلك لأنَّ البراجماتية اكدت النواحي العملية في المعرفة، حيث تتخذ الأفكار والقضايا معناها من خلال التطبيق العملي في المعرفة والاستخدام. وللبراجمانية كمنهج فلسفي بعض الأهداف الفلسفية التي تحاول تحقيقها، منها اتخاذ موقف معارض لجميع القضايا الميتافيزيقية، وبعض المشكلات الفلسفية التي لا ينتهي الجدل والنقاش حولها، حيث يقول (جيمس): " إنَّ الطريقة البراجماتية هي في الأصل وبصفة أولية طريقة لحسم المنازعات الميتافيزيقية،التي لولاها وبدونها، ما كان يمكن أنْ تنتهي."[1] ويتم الفصل في تلك المشكلات والقضايا الميتافيزيقية من خلال إيجاد معيار يقارن بين نتائجها العملية وأفضلية كل منها، كما أنَّها كانت رد

---

1) جيمس وليم: البراجماية، ترجمة محمد علي العريان، دار النهضة العبرية، القاهرة، ١٩٦٥ ص ٦٣.

فعل للمذاهب الفلسفية المثالية التي سادت في القرن التاسع عشر مثل فلسفة (هيجل) وفلسفة (كانت) وفلسفة (برادلي)، والتي تقدم تفسيرات تأملية كاملة ومغلقة للكون لذلك يقول (بيرس): "إنني صغت البراجماتية لتكون قاعدة منطقية بدلاً من مبدأ الفلسفة التأملية الجليل."[1] وقد حاولت البراجماتية التخلص من المشكلات الميتافيزيقية والبت فيها، أمثال المشكلات التي تطرح في أسئلة الفلاسفة الميتافيزيقيين من نوع ((هل العالم واحد أم متعدد؟ - أهو مُسَيَّرٌ أم مُخَيَّرٌ! - ماديٌ أم روحانيٌ؟ هنا أفكار أي منها قد يحمل في طياته أو لا يحمل خيراً للعالم والمنازعات بشأن مثل هذه الافكار لا تنتهي."[2] ذلك لأنَّ هذه الأسئلة ليس لها أساس في الخبرة، كما أنها تدور حول موضوعات لا يمكن التحقق من صدقها أو كذبها بواسطة توافر الحقائق التجريبية، وبهذا يكون للبراجماتية وظيفة مزدوجة.

الأولى: سلبية في إقصاء مشكلات تثير جدلاً لا ينتهي ولا تحقق فائدة في العلم.

والثانية: إيجابية وذلك من خلال تأييد صدق القضايا والأفكار من خلال معيار للمعنى والصدق يساعد في صياغة المفاهيم العلمية على وجه أفضل.

وكما يقول (بيرس) إنَّ هنالك وظيفتين للبراجمانية:

الأولى: إنَّها يجب أنْ تمنحها إمكانية التخلص السريع والفعال من جميع الأفكار التي تكون غير واضحة.

الثانية: يجب على البراجماتية أنْ تزودنا بدعم وتأييد للأفكار الواضحة وذلك من خلال إصدار حكم لتمييزها عن القضايا الميتافيزيقية[3].

وقد ساعد ظهور بعض الأفكار العلمية وتطور علوم الطبيعة في بداية القرن العشرين، وكذلك التطورات في مجال المنطق، على اتخاذ موقفٍ نقديٍ تجاه الفلسفات المثالية والميتافيزيقية، كما كان لظهور نظرية (دارون) في التطور وخصوصاً صدور كتابه "أصل الأنواع Origin of Species" عام

1) Peirce. C.S: Collected Papers, vol, V. P. 14

2) جيمس، وليم: البراجماتية، ص ٦٤.

3) Peirce, C.S.: Collected Papers, vol.V. p. 127

(١٨٥٩) أثر كبير في ذلك. إلاَّ أنَّ هذا لا يعني أنَّ البراجماتية كفلسفة كانت محصورة في دائرة التأثيرات المعاصرة وحسب، وأنَّها منقطعة الجذور عن التراث الفلسفي الأوروبي، حيث يحدد (بيرس) المصادر التاريخية لنشأة البراجماتية بمصدرين هما: الأول: الفلسفة التجريبية الإنكليزية كما مثلها كل من (لوك) و(هيوم) و(بيركلي) و(جون ستيوارت مل). الثاني: هو فلسفة (كانت).[1]

ويمكن اعتبار هذين المصدرين متعلقين بفلسفة (بيرس) على الأخص وليس بالفلسفة البراجماتية ككل، ومع هذا فإنَّ البراجماتية عموماً تستند إلى أسس تجريبية تمتد إلى تجريبية جون ستيوارت مل وبيركلي في تأكيدها على الإحساسات أو المعطيات الحسية بوصفها إشارات للخبرة، بل هي متعلقة بالتجريبية إلى حد متطرف، وكما يعبر عنها (جيمس) إنَّها تجريبية راديكالية أو متطرفة، تنبذ المبادئ المجرة والنهائية، ذلك لأنها تعتبر الحقيقة عملية متجددة مرنة ليس لها حد نهائي مغلق. ومن هنا انتقدت البراجماتية الفلسفات المثالية. وبهذا تكون للبراجماتية علاقة بالتجريبية النقدية من ناحية تأكيدها على الخبرة الفعلية، كما تتفق مع المذهب الاسمي في تعلقها بما هو جزئي. كما أنَّ للبراجماتية صلة بالمذهب النفعي من حيث تأكيدها دائماً على قيمة الجانب العملي، أما علاقتها بالتجريبية المنطقية والفلسفة الإجرائية فيتمثل في موقفها من التجريدات الميتافيزيقية، والأسئلة الخالية من المعنى، وأشباه المشكلات، ورفضها للحلول الكلامية اللفظية.[2] وسأناقش علاقتها بالتجريبية المنطقية والفلسفة الإجرائية فيما بعد.

والبراجماتية كاتجاه فلسفي وطريقة فلسفية يمثلها كثير من المفكرين، لعل أبرزهم (بيرس) و(جيمس) و(ديوي) (شيلر) و(لويس) ولكن لم يكن للبراجمانية معنى واحد ثابت عند هؤلاء الفلاسفة بأجمعهم، بل اختلفت معانيها باختلاف وجهات نظرهم، فهي (براجماتيكية أو براجماتوية

1) Ibid: P.8.

2) جيمس، وليم: البراجماتية، ص. ٧٤.

Pragmaticism) عنـد (بـيرس)، تبحـث في مجـال المفـاهيم العلميـة، وهــي (براجماتية Pragmatism) عند (جيمس)، وتبحث في مجال الدين والأخلاق والإعتقـاد، وهــي (أداتيـة Instrumentalism) عنـد (ديـوي) وتبحـث في مجـال التربيـة والتعلـيم والقـيم والخـبرة البـشرية عمومـا، وهــي محـدودة في مجـال (الإنـسانيات Humanism) عنـد (شـيلر)، وفي مجال (المنطـق) عنـد (لـويس). لذلك فإنني غير معنيٍ هنا بتوضيح البراجماتية بوصفها اتجاهاً فلسفياً عاماً في العلم والدين والأخلاق والتربية، بل معنيٌ فقـط بالمحور الذي يعد مرتكزاً للبراجماتيـة وسـبباً لنـشأتها، ألا وهـو مبـدأ التحقـق أو مـا يـسمى بالنظريـة البراجماتية في المعنى والصدق، ومجال تطبيقها على المفاهيم العلمية.

٢٨ - إنَّ أول صـفة يجـب أنْ نـصف بهـا الفلـسفة البراجماتيـة، هــي كونهـا فلـسفة علميـة مـن حيـث النـشأة، وعلـى الـرغم مـن بعـض أفكـار (بـيرس) الميتافيزيقية وتـأثره بفلـسفة (كانـت)، إلا أنَّـه ذو اهتمامـات علميـة بحتـة ومـن المتخصصين في الرياضيات والمنطق، بالإضافة إلى اهتمامه بـالعلوم الطبيعيـة والفلـسفة. ويعـد (بـيرس) أول مــن ابتكـر كلمـة (براجماتيـة Pragmatism)، واستخدمها في مقاله "كيف نجعل أفكارنا واضحة" المنشور عام (١٨٧٨).

يـرى (بيرس) أنَّ جميـع معرفتنـا العلميـة قائمـة علـى الخـبرة المستمدة مـن الوقـائع الملاحَظَـة، ولكـن الوقـائع الـتي نلاحظهـا تحـدث في العـالم الخـارجي، ويتم قبولها دائماً كما تحدث، أي بدون أنْ يكون لهـا أيـة علاقـة بوقـائع أخـرى يمكـن أنْ تحـدث في المـستقبل، أي أنَّ معرفـة هـذه الوقـائع فقـط لا تعطينـا معرفة بكيفية التفكير والتصرف أو العمل بحالات أو وقائع أخـرى مـشابهة لهـا يمكـن أنْ تحـدث في المـستقبل، فهـي بحـد ذاتهـا لا تحتـوي علـى أيـة معرفـة عمليـة،[1] ولهـذا الـسبب يـرى (بـيرس) ضـرورة أنْ تكـون لهـذه المعرفـة الـتي نكتـسبها مـن خـلال الوقـائع الملاحظـة، تـضمينات إضـافية، وإنَّ عمـل هـذه الإضافات هو الإجراء الذي نستطيع السيطرة عليه كما نستطيع اختبـاره، ثـم التخلص من الخطأ الذي فيه بصورة تدريجيـة، فمـن ملاحظـة وقـائع جزئيـة

1) Peirce, C. S.: Collected Papers, Vol. VI, P. 355.

متعددة يمكننا صياغة قول كلي ينطبق عليها، ويمكّننا في الوقت نفسه من التنبؤ بوقائع مستقبلية، وهذا القول الكلي يكون قابلاً للتصحيح من خلال اختبار الوقائع الجديدة وبهذا تكون اية قضية تضاف لوقائع الملاحظة قابلة للتطبيق بطريقة ما، وهذه التضمينات الإضافية لوقائع الملاحظة هي التي تسمى عادة بـ"الفرضية Hypothesis". حيث يرى بيرس أنَّ عملية صياغة الفرضيات هي عبارة عن عملية فكرية أساسية ونشاط ذهني يحكمه منطق خاص به. فالفرض ليس نتيجة للاستدلال كما يرى الفلاسفة العقليون، وليس نتيجة للاستقراء كما يرى التجريبيون، بل هو حصيلة منطقية خاصة ومتميزة أسماها بيرس "الاستخلاص Abduction" وتعني هذه العملية إمكانية الأخذ بفرض معين على أساس قابليته لتفسير ظاهرة معينة.

ويهتم (بيرس) بنوع واحد من الفرضيات فقط، هو الفرضيات العلمية ،ذلك لأن الفرضيات الميتافيزيقية واللاهوتية والأخلاقية لا يمكن التحقق من صدقها بواسطة التجربة، حيث أنها تتجاوز نطاق الخبرة والملاحظة الحسية، أما الفرضيات العلمية التي تصاغ من خلال استقراء الجزئيات فإنه من الممكن اختبارها بواسطة هذه الوقائع، وبهذا يقول (بيرس): إنَّ "الفرضيات التي سأناقشها في هذا المقال هي التي تكون قابلة لأنْ توضع تحت الاختبار."[1] ولا يكفي، من وجهة نظر البراجماتية، اختبار الفرضية بالتجربة فقط لكي نتثبت من صدقها، بل يتوجب على الفرضية أنْ تفسر أو تعلل وقائع تحدث في المستقبل، وإذا فشلت في تحقيق ذلك فلا يمكن الاعتراف بها حتى بوصفها فرضية، أي أن على الفرضية أنْ تحقق وظيفة أخرى، هي النجاح في مجال التطبيق العملي والاستخدام، حيث أنَّ لكل فكرة وظيفة، ولذلك يقول (بيرس): إنَّ "الفرضية يجب أنْ تكون قابلة للاختبار بواسطة التجربة بقدر ما هي قابلة للعمل."[2] واختبار الفرضية يكون كما يلي: نعين أولاً إجراء ما لاختبار الفرضية بواسطة التجربة، وهذا الإجراء يتكون من ملاحظات تتم تحت شروط معينة، بحيث تؤدي إلى نتائج محددة، وبعد تنفيذ هذه الشروط وإنهاء

1) Ibid: P. 357.
2) Ibid: P. 357.

عملية الاختبار نلاحظ النتائج، فإذا كانت إيجابية فإن تعزيز ثقتنا بالفرضية يكون أكبر، وبهذا يؤكد (بيرس) على ضرورة الاستقراء، لأن اختبار الفرضية من خلال التنبؤ بحالات تحدث في المستقبل هو الذي سيكون قابلاً للاختبار، وبالتالي سوف يكون موضوعاً أساسياً للتحقق، وبهذا فإن "أية فرضية يمكن أنْ تكون مقبولة،...، شريطة أنْ تكون قابلة للتحقق التجريبي، وفقط بقدر ما تكون قابلة لمثل هذا التحقق، وهذه هي على نحو تقريبي فكرة البراجماتية."[1] وهذا لا يمثل بالطبع مبدأ التحقق في البراجماتية بصورة كاملة، لأن معيار التحقق لو كان تجريبياً فقط لما كانت هنالك ضرورة للفصل بين البراجماتية والتجريبية المنطقية من هذه الناحية، كما أنَّ معيار التحقق في الفلسفة البراجماتية قد تطور وتحور عند كل من (جيمس) و(ديوي) وكما سنرى فيما بعد، إلا أنَّ قابلية التحقق التجريبي شرط لا بد منه في البراجماتية، ولكنه ليس الشرط الوحيد ولهذا فقد عبّر (بيرس) عن ذلك بقوله: إنَّ هذه هي فكرة البراجماتية "على نحو تقريبي." هنالك أقوال فردية نستطيع التحقق من صحتها من خلال إيجاد المطابقة بينها وبين الوقائع التي تحدث في العالم الخارجي، ولكن هناك قضايا كلية عامة أو مدركات عقلية كما يسميها (بيرس) مثل هذه القضايا ليس لها مطابقة مع العالم الخارجي، لذلك نحتاج إلى معيار أو طريقة للتثبت من صحتها، والمنهج الذي يطرحه (بيرس) للتحقق من صدق هذه القضايا هو منهج البراجماتية، وهو القاعدة المنطقية التي صاغها (بيرس) لهذا الغرض، حيث يقول: "أنا أفهم البراجماتية بوصفها منهجاً للتحقق من المعاني، ليس من جميع الأفكار، ولكن التحقق فقط من الافكار التي أسميها (المفاهيم العقلية)."[2]

ويرى (بيرس) أنَّ أول درس يعلمنا إياه المنطق هو كيف نجعل أفكارنا واضحة. ومن أجل أنْ نفكر بوضوح ونسيطر على المعاني التي نستخدمها يرى (بيرس) ضرورة التخلص من أسباب الغموض التي تقف عقبة أمام التفكير الواضح، وأسباب الغموض في المفاهيم العلمية كما يحددها (بيرس) هي:

1) Ibid: Vol. V, P. 123.
2) Ibid: P. 318.

١- عدم وضوح الفكر وعمليات التفكير: حيث نجد في أكثر الأحيان مفاهيم غامضة، وإنَّ هذا الغموض ليس له علاقة بصفة غامضة من صفات الشيء ،بل هو في الحقيقة ناشئ من أنَّنا "نعتبر الإحساس الناتج عن غموض تفكيرنا صفة للشيء الذي نفكر به،"[1] أي أنَّ الغموض هنا شيءٌ ذاتيٌ محضٌ، ويرى (بيرس) أنَّ هذا النوع من الخداع يكون عقبة في طريق التفكير الواضح وعلى أصحاب التفكير المنطقي الحذر منه وتجاوزه.

٢- سوء استخدام اللغة أو أخطاء السنتاكس: حيث يرى (بيرس) وجود نوع آخر من الخداع والغموض سببه سوء استخدام اللغة بحيث يؤدي إلى غموض في التفكير وهذا ناشئ عن "الاعتقاد الخاطئ بأن مجرد الفرق في التركيب النحوي لعبارتين هو الفرق بين الفكرتين اللتين تعبران عنهما."[2]

٣- اسلوب الشعور والتعبير عن الاعتقادات: حيث أنَّ اختلاف الاعتقادات الناتج من مجرد اختلاف أسلوب الشعور بها لا يجعل منها اعتقادات مختلفة بصورة حقيقية، كما أنَّ هذه الفروق الخيالية بين الاعتقادات والناتجة من أسلوب وطريقة التعبير عنها لا يجعل منها اختلافات حقيقية في الاعتقادات، ويرى (بيرس) "أنَّ هذه الاختلافات الوهمية هي من بين المخاطر التي يجب الحذر منها وخصوصاً عندما نكون على أرضية ميتافيزيقية."[3]

إنَّ التخلص من أساب الغموض يتطلب عمل أساس متين يساعدنا على التفكير الواضح وتمييز معاني المفاهيم ،وهذا الأساس عن (بيرس) هو المعيار البراجماتي للمعنى، حيث يرى (بيرس) أنَّ الدافع الأساسي للتفكير هو الشك، حيث يبعث الشك على البحث والتفكير، إلى أنْ يصل الباحث إلى فكرة ما يعتقد أنَّها جواب كاف على أسئلته وشكوكه، عند ذلك يتوقف عن البحث في هذه المعضلة، حيث يقول (بيرس) "إنَّ عمل الفكر يستثار بواسطة إثارة الشك،

1) Ibid: P. 256.

2) Ibid: P. 256.

3) Ibid: P. 255.

ويتوقف عندما يحصل على الإعتقاد."[1] وهذه الاعتقادات هي التي تقود رغباتنا فيما بعد وتشكل أفعالنا وبذلك يكون الاعتقاد هو جواب ووظيفة للفكر، يقول (بيرس) "لذلك فإن تكوين الإعتقاد هو الوظيفة الأساسية للفكر،"[2] ولكن كلمات مثل الشك والإعتقاد شائعة الاستعمال وخصوصاً في مجال الدين إلا أنَّ (بيرس) يتحدث عن الاعتقاد (Belief) بالمعنى العلمي المحدد، حيث يحدد (بيرس) للاعتقاد ثلاث خواص أساسية هي:

١ - أنَّه شيء ما نشعر بوجوده.

٢ - أنَّه يهدئ الاضطراب المستثار بواسطة الشك.

٣ - أنَّه يتضمن تقرير قاعدة للفعل في طبيعتنا. أو باختصار يكوّن عادة (Habit).[3]

لكن طالما كان الاعتقاد يقرر قاعدة للفعل أو ما يسمى (عادة) فإن تطبيق هذه القاعدة، يتضمن المزيد من الشك والتفكير، لأنَّ هذا الإعتقاد هو محطة للتوقف وفي نفس الوقت نقطة انطلاق بالنسبة للفكر. ومع أنَّ (بيرس) يسمي الاعتقاد (الفكر في حالة توقف) لكنه يدرك أنَّ الفكر هو بالأساس فعالية، ونتيجة التفكير هي ممارسة الإرادة، فالاعتقاد ناشئ عن التفكير، ولكنه "سوف يؤثر في تفكيرنا المقبل."[4] وهكذا تكون وظيفة الفكر انتاج عادات صالحة للفعل والاستخدام والتصرف، وبهذا يكون جوهر الإعتقاد هو أنْ يكوّن عادة ما أو قاعدة للفعل، وتتميز الاعتقادات المختلفة بواسطة اختلاف حالات الفعل التي يؤدي إلى ظهورها.[5] وهكذا فالتفكير هو ما "يتضمن الإشارة إلى الطريقة التي يجب أنْ نتصرف بها في مناسبة معينة"[6] وهذه الطريقة أو القاعدة للفعل هي ما أسماه (بيرس)، (عادة)، إذاً معنى أية فكرة يتحدد من خلال العادات التي تنشأ عنها، أو قواعد العمل التي تحددها. ولكن متى تدفعنا العادات للفعل وكيف يتم ذلك؟

---

1) Ibid: P. 252.
2) Ibid: P. 253.
3) Ibid: P. 255.
4) Ibid: P. 255.
5) Ibid: P. 255.
6) Ibid: P. 257.

أنَّها تدفعنا للفعل ليس في الظروف الحالية والمتوقعة وحسب، بل والظروف الممكنة الحدوث مهما كانت بعيدة الاحتمال. إنَّ كل فعل يأتي من الادراك، أما كيف تدفعنا العادات للفعل؟ فيرى (بيرس) أنَّ كل عرض من اعراض الفعل يهدف إلى توليد أو إنتاج نتيجة ملموسة أو محسوسة، ويقول (بيرس) "هكذا نصل إلى ما هو ملموس وممكن ملاحظته عملياً، بوصفه أصل كل فرق حقيقي في التفكير مهما كان دقيقاً، وأي فرق دقيق للمعنى، يمكن أن يوجد، لا يتألف من أي شيء سوى أنَّه فرق ممكن في التطبيق."(١) وبهذا يضع (بيرس) قاعدته البراجماتية المعروفة التي يستطيع بواسطتها الوصول إلى توضيح معاني المفاهيم وعمليات التفكير، وهي تنص على:

أنَّنا يجب أنْ "نبحث عن التأثيرات التي يمكن أنْ تكون لها نتائج عملية على نحو ممكن تصوره، والتي نتصور وجودها في الشيء الذي هو موضوع إدراكنا، عندئذ يكون مفهومنا لهذه التأثيرات هو كل مفهومنا للشيء."(٢)

٢٩ - يحاول (بيرس) أنْ يقدم تحليلاً واضحاً من الناحية المنطقية لمعاني المفاهيم الكلية، والتي تستخدم في العلم بكثرة، مثال على ذلك الصفة "صلب Hard"، ما الذي نعنيه بقولنا أنَّ شيئاً من الأشياء يتصف بالصلابة؟

إنَّنا نعني بذلك أنَّه لا يمكن خدشه بكثير من المواد الأخرى، أي أنَّ مفهوم هذه الصفة ومعناها يتحدد من خلال نتائجها التي يمكن تصورها، والعمليات التي نجريها عليها، حيث لا يمكن تمييز فرق واضح بين شيء صلب وشيء طري ما لم يوضعا موضع الاختبار. أي لكي نتحقق من معنى مفهوم ما، أو مصطلح معين فإنَّنا نضع هذا المفهوم في عبارةٍ مفردةً فيها هذه الصفة، أي نصوغ المصطلح في جملة على هيئة فرض، وبذلك تُحَوَّل الجملة الإعتيادية إلى جملة شرطية أو إلى فرضيةٍ مصاغة صياغةً شرطيةً هي "إذا ... فإنَّ..." بحيث تتخذ هذه الصيغة الرمزية: "إذا أردنا أنْ نطبق عملية O على هذا، فإن E سوف تحدث"(٣) ومن ثم نقوم بعمل إجراءات معينة لنرى إمكانية تطبيق

1) Ibid: P. 257.
2) Ibid: Pp. 258, 282, 293.

3) وايت، مورتون: عصر التحليل، ص ١٥١ .

العمليـة O وبعـد ذلـك نـذكر في الجملـة جـواب الـشرط (فـإن) شـيئاً يمكـن اختبـاره. إنَّ العبـارات الـتي لا يمكـن صياغتها بهـذه الطريقـة الـشرطية عـن (بيرس) تعتبر خالية من المعنى وأن فكرتنـا عـن الـشيء مـا هـي إلاّ فكرتنـا عـن آثاره المحسوسة، ويضرب (بيرس) مثلاً على ذلك:

"إذا بحثت في كتاب الكيمياء عن تعريف لعنصر الليثيوم يمكن أنْ يقال لك أنَّه ذلك العنصر الذي وزنه الذري ٧ على وجه التقريب. ولكن إذا كان المؤلف ذا عقل منطقـي أكثـر، فـإنَّه سـيقول لـك أنَّـك إذا بحثـت بـين المعـادن الـتي هـي زجاجيةً وشفافةً ورماديةً أو بيضاء، وقاسية جداً، وهشة، وغير قابلة للذوبان، نأ قرمزياًعن معدن يعطي لو لشعلة غير مضيئة، هـذا المعـدن الـذي إذا سـحق مع سم الفـأر [الـزرنيخ أو الرطبـان] rats-bane ثم صـهر، يمكـن إذابتـه جزئيـاً بـالحمض المـورياتيكي [حـامض المـورياتيـك muriatic acid] وإذا أمكـن تبـخير هذا المحلول واستخراج الراسب مع حمض الكبريت، وجرت تنقيته كما يجب، يمكـن تحويلـه بطـرائـق اعتياديـة إلى كلوريـد، وهـذا الكلوريـد لكونـه قـد تم الحـصول عليـه بالحالـة الـصلبة، إذا أذيـب وعـرض للتحليـل الكهربـائي بـستة مدخرات قوية [وحدات فعالة Powerful Cells] أعطى كرية من معدن فضـي قرمـزي تطفـو علـى سـطح البنـزين، ومـادة هـذه الكريـة هـي عينـة مـن معـدن الليثيوم .والشيء الفريد في هذا التعريف - أو بالأحرى هـذه الوصـفة العملية الأكثـر فائـدة مـن التعريـف - هـو أنّـه يقـول لـك مـا الـذي تعنيـه كلمـة الليثيـوم باقتراح ما يجب عليك أنْ تفعله لكي تتعـرف بـشكل حسـي علـى الـشيء الـذي تدل عليه الكلمة."[1]

إنَّ هـذا التعريـف العملـي أو الطريقـة الإجرائيـة في التعريـف عنـد (بيرس) لـتقترب كـثيراً مـن إجرائيـة (برجمـان) في مجـال تعريـف المفـاهيم الفيزيائيـة. وبهـذا تـصبح البراجماتيـة مجـرد منـهج لمعالجـة المفـاهيم المجـردة والكلمـات الغامـضة، حيـث يقـول (بـيرس) "البراجماتيـة في حـد ذاتهـا، ليـست فكـرة مـن

---

1) المصدر السابق: ص ١٦٩، وقارن لغرض دقة الترجمة.

Peirce, C. S.: Collected Papers. Vol. II, P. 189.

الميتافيزيقا، ولا هي محاولة لتقرير أية حقيقة عن الأشياء، إنَّما هي مجرد منهج للتحقق من معانيالكلمات الصعبة والمفاهيم المجردة."[1]

والمنهج الذي يتحدث عنه (بيرس) هو بالطبع المنهج التجريبي، حيث يجري التحقق من معنى المفهوم بواسطة التجربة والإختبار؛ "إنَّ منهج التحقق من معاني الكلمات والمفاهيم ليس هو بأكثر من ذلك المنهج التجريبي الذي تصل بواسطته جميع العلوم المفيدة إلى درجات من اليقين،...، وإنَّ هذا المنهج التجريبي لا يكون في حد ذاته شيئاً أكثر من تطبيق خاص لقاعدة منطقية أقدم تقول 'من ثمارهم سوف تعرفونهم'."[2] وبهذا تكون فكرتنا عن أي مفهوم هي فكرتنا عن نتائجه المحسوسة، كما يقول (بيرس)، حيث يكون للفكرة معنى عندما تكون مرتبطة بوظيفة ما أو عمل ما يمكن أنْ يتحقق.

ويرى (مورتون وايت M. White) أنَّ مذهب (بيرس) يتركب من ثلاثة عناصر أولية هي:

"أولاً: افتراضيته Hypotheticalism، أي الحاجة إلى أنْ نضع الجمل المفردة بشكل جمل افتراضية، قبل انْ يكون في وسعنا اكتشاف معانيها الذرائعية [البراجماتية].

ثانياً: عمليته [إجرائيته Operationalism]، أي الحاجة إلى أنْ يَردَ في فعل الشرط "إذا ---" ذكر لعملية يقوم بها المرء، لشيء يختبره المرء.

ثالثاً: تجريبيته [المختبرية Experientialism]، أي الحاجة إلى انْ يَردَ في جملة جواب الشرط "فإن ---" ذكر لشيء يختبر أو يلاحظ من قبل المختبر بعد توفر شروط الإختبار."[3]

إنَّ إعطاء المعنى للمفاهيم العملية بواسطة صياغتها بجمل شرطية بصيغة "إذا...فإنَّ..." بحيث تتضمن عمل إجراءات معينة تؤدي إلى نتائج بالضرورة، بحيث إذا طبقنا العملية O على شيء ما، فإن E سوف تحدث، هذه الصياغة في جزء منها تتشابه مع إجرائية (برجمان) في كونه يشترط

1) Peirce, C. S.: Collected Papers. Vol. V, P. 317.

2) Ibid: P. 317.

3) وايت، مورتون: عصر التحليل، ص ١٥٢.

وجود عملية ما وإنجازها لكي نصل إلى نتيجة ما تعطي المعنى للمفهوم، ولكن (بيرس) يختلف عن (برجمان) في كون هذه العملية أو الإجراءات غير محددة عنده، أما عند (برجمان) فهي إجراءات فيزيائية وأداتية أو هي إجراءات قياس بالنسبة للمفاهيم الفيزيائية وهي إجراءات رمزية أو (إجراءات القلم - والورقة) بالنسبة للمفاهيم الرياضية والمنطقية.

ومن مناقشة منهج (بيرس) البراجماتي يمكن أنْ نستنتج بعض النتائج التي تترتب عليه وهي:

أولاً: إذا كان من غير الممكن أنْ تصاغ عبارة عامة أو قول كلي أو مفهوم عقلي بالطريقة الشرطية المذكورة سابقاً، فإنَّها تكون عبارة خالية من المعنى.

ثانياً: إذا كان لعبارتين تعريف براجماتي واحد فإنهما تعتبران مترادفتين من الناحية العملية، وهذا خلاف ما رأيناه عند (برجمان)، حيث أنَّ كلَّ مجموعة واحده من الإجراءات ترادف مفهوماً واحداً معيناً، وأنّ مجموعتين من الإجراءات تحددان مفهومين مختلفين عن بعضهما، ويقول(وايت): "وهاتان النتيجتان تؤديان إلى ظهور ما دعوته من قبل "ريبية المعاني" لدى (بيرس)، لأنهما تتطلبان موقفاً غير ملتزم إزاء جانب كبير من اللاهوت والميتافيزيقا التقليديين، وكان (بيرس) يظن أنَّ التطبيق الجدي للنتيجة الأولى يمكن أنْ يبيّن أنَّ كثيراً من المصطلحات اللاهوتية والميتافيزيقية خالية من المعنى، وأنَّ التطبيق الجدي للنتيجة الثانية يمكن أنْ يبين أنَّ بعض النزاعات ليست سوى شبه نزاعات (أنصاف نزاعات أو خصومات وهمية)، ليست سوى خلافات حول الكلمات التي ينبغي استعمالها للتحدث عن التجربة ذاتها. فبدلاً من قول المرء، كما قد يقول الريبيّ الاعتيادي، إنَّه لم يتوافر لديه الدليل الكافي على صحة قول لاهوتي أو على بطلانه، لذلك يجب عليه أنْ يعلّق الحكم، يصل ريبيّ المعاني إلى النتيجة ذاتها بوصفه هذا القول بالخلو من المعنى."[1] وهكذا يرى (بيرس) أنَّ جميع الكلمات الصعبة والمفاهيم والأفكار العلمية والتي يسميها "إشارات Signs" يجب ان تحدد معانيها، وتوضح بواسطة المعيار البراجماتي، والبراجماتية هنا لا تأخذ على عاتقها مسؤولية القول عما هي المعاني التي

1) المصدر السابق: ص ١٥٢.

تتكون من هذه الإشارات، ولكنها تقدم منهجاً لتقرير معاني المفاهيم العقلية وحسب، حيث يقول (بيرس): "ولكي نثبت المعنى لمفهوم عقلي، فإنه يتوجب الأخذ بنظر الاعتبار ما هي النتائج العملية التي يمكن أنْ تنتج عنه على نحو محسوس وبالضرورة كنتيجة لصدق ذلك التصور، وأنَّ مجموع هذه النتائج سوف يكون المعنى الكلي لهذا المفهوم."(١) وبهذا المعيار نستطيع التحكم في أفكارنا ومفاهيمنا التي نستخدمها وما تنطوي عليه من معنى، بحيث لا يمكن السماح لأي مفهوم ميتافيزيقي من الدخول في دائرة العلم، وبهذا تستبعد جميع قضايا الميتافيزيقا والمشكلات الفلسفية الزائفة وتصبح "أية قضية من ميتافيزيقا الوجود هي إما كلاماً غامضاً لا معنى له... أو أخرى منافية للعقل بشكل صريح، ولذلك فإن مثل هذا الهراء بأجمعه يصبح مكتسحاً وبقوة، وما سيتبقى من الفلسفة سوف يكون سلسلة من المشكلات القابلة للبحث بواسطة مناهج الملاحظة في العلوم الدقيقة."(٢)

وبواسطة هذا المعيار يرى (بيرس) أنَّه يمكننا وضع حد قاطع بين الغموض والوضوح، وبين المفاهيم العلمية وقضايا الميتافيزيقا حيث يقول: "إنَّ أي مفهوم يدخل في التفكير المنطقي من باب الإدراك الحسي ويتخذ له مخرجاً من باب العمل المفيد، ومهما كان هذا المفهوم، إذا لم يكن بالإمكان رؤية جواز مروره عند هذين المدخلين، فإنَّه يعتقل بوصفه غير مسموح به."(٣)

وبهذا يحدد (بيرس) شرطين للمفاهيم العلمية:

الأول: هو استقاءها من الخبرة ومن المدركات الحسية.

الثاني: عليها أنْ تؤدي وظيفةً ما، ونتيجة محسوسة ملموسة.

وبهذا يكون (بيرس) قد وضع قواعد للتفكير العلمي ومعياراً أو نظرية في المعنى لإقصاء المفاهيم الميتافيزيقية من العلم، وتمييزها عن المفاهيم العقلية التي تؤدي وظيفة معينة ومهمة في مجال العلم. وإذا كانت نظرية (بيرس) مقصورة على المعنى فقط فإن هذه النظرية قد وسعها (وليم جيمس) لتكون نظرية في الحقيقة والصدق، كما ستضح في مناقشتنا التالية.

---

1) Peirce, C. S.: collected Papers. Vol. V, P. 6.

2) Ibid: P. 282.

3) Ibid: P. 131.

٣٠ - تختلف براجماتية (وليم جيمس) عن النظرية البراجماتية عند (بيرس) بصورةٍ واضحة، ويرجع سبب ذلك إلى طبيعة فهم (جيمس) للفلسفة البراجماتية وطريقة تفكيره الخاصة واهتماماته الشخصية بالدين والأخلاق والصالح في مجال الإعتقاد. إنَّ خلاصة رأي (بيرس) كما سبق هو أنَّ الكلمات والقضايا والمفاهيم، أو التصورات العقلية، أو كما يسميها (بيرس) الإشارات أو الرموز يكون لها معنى في السياق إذا استطعنا أنْ نشكلها على هيئة فرض مصاغ صياغة شرطية بصيغة "إذا..فإنَّ..." بحيث يكون لهذا الغرض معنى طبقاً للنتائج التجريبية التي يحققها، والوظيفة العملية التي يؤديها. وبهذا تكون نظرية (بيرس) نظرية في المعنى محصورة في مجال مناقشة معاني المفاهيم العلمية.

إما (جيمس) فقد انطلق بالطريقة البراجماتية ذاتها إلى مناقشة موضوعات أخرى، مثل الصدق والحقيقة والصالح وغيرها من الموضوعات التي تختلف عن تلك التي ناقشها (بيرس)، لكن مع ذلك يتفق (جيمس) مع (بيرس) في نقاط أساسية تخص موضوعنا هنا، حيث أنَّ اتجاه (جيمس) البراجماتي هو اتجاه تجريبي كذلك، بل كما يسميه (جيمس) تجريبي راديكالي، يتشبث بالمعطيات الحسية والنتائج المحسوسة كما أنَّه يهمل التجريدات الفارغة والحلول اللفظية والمبادئ الثابتة والمطلقة لأن نظريته كما يصفها (جيمس) نفسه هي ضد "ادعاء النهائية في الحقيقة بإغلاق باب البحث والاجتهاد استناداً إلى مبدأ العلة الغائية."[1]

إنَّ البراجماتية تتجه نحو العمل والأداء والمزاولة، كما يقول (جيمس)، حيث أنها ليست فلسفة مغلقة تعطي نتائج نهائية عن الطبيعة والأشياء، بل هي "مجرد طريقة فحسب، مجرد منهاج فقط،"[2] حيث توجد الكثير من المشكلات الميتافيزيقية التي لا يمكن إيجاد حلول نهائية لها، وبالتالي فإن الجدل حولها لا ينتهي، ولا يمكن أنْ يُحْسَمْ وبالتالي لا بد من وجود طريقة فعالة للبت في مثل هذه القضايا من خلال تقييم آثارها ووظائفها، حيث أنَّ "الطريقة البراجماتية في

---

1) جيمس، وليم: البراجماتية، ص ٧١.

2) المصدر السابق: ص ٧٢.

مثل هذه الحالات هي محاولة لتفسير كل فكرة بتتبع واقتفاء أثر نتائجها العملية كل على حدة."[1] وإذا لم يكن هنالك فرق عملي يمكن مشاهدته بين فكرتين من الناحية العملية، فإنهما يعنيان شيئاً واحداً وبالتلي "فإن أي نزاع أو خصام بشأنهما، هو نزاع عقيم تافه معدوم الجدوى."[2]

ولكن ماذا بشأن تحديد معنى المفاهيم؟

إنَّ (جيمس) ليتحدث عن صدق الأفكار والاعتقادات، وعما هو صالح وصحيح أكثر مما يتحدث عن مشكلة المعنى، ومن المعروف أنَّ الفكرة تكون صادقة أو حقيقية إذا كان هناك اتفاق بينها وبين الواقع، وكاذبة إذا كانت خلاف ذلك، أما صدق الفكرة عند (جيمس) فإنَّه يعتمد على قدرتها على أداء وظيفة معينة وعندما تكون الفكرة صادقة فهذا يعني كونها صحيحة، حيث يرادف (جيمس) بين الصحيح والصادق عقلياً حيث يقول: "إنَّ الفكرة تكون صحيحة بمعنى صدّقها العقلي، ما دام الإعتقاد بها يعود بفائدة على حياتنا."[3] ولكن الصحيح عند (جيمس) هو الذي تدعمه الوقائع المحسوسة بالإضافة إلى قدرته على أنْ يثبت أنه صالح وخير في مجال الإعتقاد، أي ان الفكرة تكون صحيحة بقدر ما تكون صالحة في مجال الإعتقاد، وبهذا فإن المعيار البراجماتي عند (جيمس) ليتسع بحيث يتجاوز حدود المفاهيم والأفكار العلمية، ليشمل حتى مفاهيم الميتافيزيقا والأخلاق واللاهوت، حيث يقول (جيمس): "إذا أثبتت الأفكاراللاهوتية أنَّ لها قيمة في الحياة الملموسة المحسوسة، فهي أفكار صحيحة بالنسبة للبراجماتية."[4] وهنالك مناقشات عديدة تثار هنا حول الصالح فهو صالح لمن، للفرد أم للمجموع؟ مما يجعل براجماتية (جيمس) تلتقي بالنفعية بشكل أو بآخر، وبما أنَّ هذا الموضوع لا يتعلق بنظرية التحقق من المفاهيم العلمية ومعناها، فإنني سأتناول طريقة (جيمس) في التحقق والنظر للحقيقة فقط من حيث علاقتها بفلسفة العلم.

---

1) المصدر السابق: ص ٦٤.

2) المصدر السابق: ص ٦٤.

3) المصدر السابق: ص ٩٩.

4) المصدر السابق: ص96 .

يرى (جيمس) أنَّ الأفكار هي اجزاء من خبرتنا التي اكتسبناها، وتكون هذه الأفكار حقيقية أو صحيحة، بقدر ما تساعدنا على أنْ ندخلها في علاقات صحيحة مع أفكار أخرى أو أجزاء أخرى من خبرتنا، أي بقدر تفاعلها وتكاملها مع خبرتنا الماضية لتؤدي وظيفةً ما. ولكن (جيمس) يطرح السؤال التالي حول الحقيقة، حيث يقول:

"إذا سلمنا بأنَّ فكرة أو معتقداً هو صحيحٌ، فما هو الفرق الملموس الذي يحدثه كونه صحيحاً في الحياة الواقعية لأي امرئ؟ كيف تتحقق الحقيقة؟

ماهي الخبرات التي ستكون مختلفة عن تلك التي تحدث إذا كان المعتقد زائفاً وباطلاً؟ وباختصار ما هي القيمة الفورية للحق، اختبارياً وتجريبياً وممارسة؟"[1]

وللإجابة على هذه الأسئلة يجب التمييز عند وليم جيمس بين:

تحقق وإثبات مبنيٍ على نتائجٍ مباشرة.

وتحقق آخر مبنيٍ على نتائج غير مباشرة.

والتحقق بصورة مباشرة يتم من خلال مطابقة الفكرة للوقائع التي تحدث في العالم الخارجي باستخدام منهج التجريب، أما التحقق بصورة غير مباشرة فإنَّه يتعلق بتلك الأفكار والقضايا التي لا يمكن التحقق من صدقها بالتجربة إلا أنَّ لها نتائج عملية مفيدة في مجال الإعتقاد ومجالات الحياة، بيد أنَّ التحقق الأخير هذا غير مقصور على المفاهيم العلمية، بل يتعداه ليشمل مفاهيم اللاهوت والميتافيزيقا كما رأينا من قبل، كما أنَّ (جيمس) يؤكد هذا بقوله: "إنَّ أفكارنا يجب أنْ تتفق مع الوقائع أو الحقائق سواء كانت هذه الحقائق ملموسة أم مجردة."[2]

إنَّ الحقائق المجردة عند (جيمس) تشمل جميع العلاقات التي يمكن إدراكها بالحواس أو العقل، بالبديهية أو الحدس. وهذا تعميم لا يتفق مع نظرية (بيرس) التجريبية، ولذلك اضطر (بيرس) أنْ يطلق على فلسفته تسمية أخرى هي "البراجماتيكية أو البراجماتوية Paragmaticism" وذلك لكي

---

1) المصدر السابق: ص ٢٣٦.

2) المصدر السابق: ص ٢٥٠.

يميزها عن "البراجماتية Paragmatism" عند (جيمس)، ويرى (بيرس) أنَّ هذه التسمية فيها من القبح ما ينجّيها من أيدي الخاطفين.[1]

وقد انتقد (رسل) فكرة (جيمس) هذه في كتابه "مقالات فلسفية Philosophical Essays" عام (١٩١٠)، حيث يقول (رسل) إنَّ هنالك اختلافاً بين المعيار (Criterion) والمعنى (Meaning)، أو بين صدق الإعتقاد أو الفكرة وبين القاعدة التي نستخدمها لإثبات صحة هذا الإعتقاد، ويقول إنَّ (جيمس) و(شيلر) لم يفرقا بينهما بصورةٍ واضحةٍ، ثم يوضح (رسل) ذلك بالمثال التالي حيث يقول:

إذا أردت أنْ أعرف أنَّ كتاباً معيناً موجودٌ في المكتبة أم لا، فإنني سوف استخدم فهارس المكتبة، فإذا ذكر الكتاب في الفهرس فهذا يعني أنه موجود في المكتبة، وإذا لم يذكر فهو غير موجود، والفهارس هنا تقدم قاعدة أو معياراً - و(رسل) يتحدث هنا عن القاعدة التي نستخدمها لإثبات صحة اعتقاد معين - لوجود الكتب، فإننا سوف نقول: إنَّ الكتاب موجود في المكتبة ولكن قولنا أنَّ الكتاب في المكتبة لا يعني - و(رسل) يتحدث هنا عن المعنى - أنَّه مذكور في الفهارس، بل يعني فقط انَّ الكتاب ممكن أنَّ يوجد في أحد رفوف المكتبة، وهذا بحد ذاته يمثل فرضاً لا غير، فقد لا نجده في الفهارس لأنَّه لم يدخل فيها بعد، أو أنْ يكون الكتاب مفقوداً، لذلك يرى (رسل) ضرورة التمييز بين الصدق وبين المعيارالمستخدم لإثبات صحة الفكرة. كما يرى (رسل) أنّ هنالك صعوبةً في التمييز فيما إذا كان الاعتقاد مفيداً أو صادقاً.[2]

ويجب التمييز بين المفاهيم التي يستخدمها (جيمس) مثل التمييز بين الصحيح في مجال الأفكار والصحيح في مجال الإعتقاد، حيث يقول (جيمس) إن الصحة "هي التسمية الدالة على أية فكرة تبدأ في سبيل التحقق،"[3] وانَّ النافع هي "التسمية الدالة على وظيفتها التي اكتملت في الخبرة،"[4] أما

---

1) Peirce. C. S.: Collected Papers, Vol. V, P. 277.

2) Russel, B: Philosophical Essays, William James's Conception of Truth, George Allen And Unwin LTD, London, 1966, P. 120.

3) جيمس، وليم: البراجماتية، ص ٢٤١.

4) المصدر السابق: ص ٢٤١.

الحقيقي في مجال الأفكار فهو "باختصار جداً ليس سوى المطلوب النافع الموافق في سبيل تفكيرنا."[1] والصحيح في مجال الإعتقاد: "ليس سوى المطلوب النافع الموافق في سبيل سلوكنا."[2]

وبهذا يصبح الحقيقي هو ما يعبر عن النافع في أفكارنا أو ما يشكل عادة أو اعتقاداً لبعض الأفكار، أما الصحيح فيصبح ما هو نافع في مجال السلوك والعمل، ويكون الصادق هو الصالح في مجال الإعتقاد، وتصبحالحقيقة دالة على سبل التحقق ولكن ليست سبل التحقق التجريبية وحسب، بل وما هو ناجح وملائم في مجال الإعتقاد أيضاً، وبهذا تكون الفكرة صحيحة، لأنَّ الأحداث تجعلها صحيحة أي " إنَّ صدقها أو حقها يكون في الواقع حدثاً سبيلاً ألا وهو سبيل إقامة الدليل على تحقيق نفسها، وصدقها هو سبيل الوضع بالمشروعية وتصحيح نفسها."[3] لأنَّ البراجماتية تنظر للصدق نظرة خاصة، فلا تعتبره صفة ساكنة ثابتة بل صفة فعالة حركية تتطور أو تتغير باستمرار ومن هنا جاءت نظرتها الخاصة للنظريات العلمية، حيث يقول (جيمس): "إنَّ النظريات تصبح أدوات ووسائل، لا حلولاً لألغاز، ولا إجابات عن أحجية، نستطيع أنْ نَسْكُنَ إليها ونخلد، إنَّنا عندئذ لا نضطجع عليها وإنما نتحرك إلى الأمام ونمضي قدماً، وعند الاقتضاء نعيد صنع الطبيعة ثانية بعونها."[4] وبذلك يكون الحصول على أفكار صحيحة يعني الحصول على أدوات للعمل والأداء، ذلك لأن الحصول على الصدق ليس غاية بذاته، بل هو وسيلة أو أداة للدخول مع أفكار أخرى إلى مجالات جديدة بطرق مفيدة. ولعل هذا يقودنا للحديث عن براجماتية (جون ديوي) أو فلسفته التي تسمى بـ"الأداتية Instrumentalism" والتي تبدأ كما بدأت عند (بيرس) و(جيمس) تجريبية ذات موقف مناقض للقضايا الميتافيزيقية، التي لا يمكن البت فيها تجريبياً، وإنَّ الأفكار والقضايا والمفاهيم تعتبر أدوات يتحقق صدقها من خلال وظيفتها التي تؤديها في عملية المعرفة ككل.

---

1) المصدر السابق: ص ٢٦٢.
2) المصدر السابق: ص ٢٦٢.
3) المصدر السابق: ص ٢٣٧.
4) المصدر السابق: ص ٧٤.

٣١ - يميز (ديوي) بين مفهومين هما مفهوم (الموقف) ومفهوم (البحث)، والموقف هو حالة إشكال تمر بالباحث أو هو مشكلة عليه أنْ يجد حلا لها، وهذا الحل هو عملية البحث، حيث يهدف الباحث إلى الوصول إلى معرفة تحل هذا الإشكال، وتوصله إلى فكرة صالحة تكون اعتقاداً ما بالنسبة له، وعلى الباحثان يحدد هذا الموقف أولاً، ثم يقدم له بعد ذلك صياغة فرضية لحل المشكلة، والأفكار في هذه الفرضية هي بمثابة أدوات أو وسائل لحل المشكل ومن ثم يتم الاختبارالتجريبي لهذه الأفكار للتحقق من صدقها وهل ذات معنى أم لا؟ وهل تقدم حلاً للأشكال المطروح؟

إذا كان الجواب إيجابياً فإننا نتأكد من أنَّ اعتقادنا صحيح، وأنَّ المشكلة تصبح واضحة تماماً، وتساهم مع أفكار أخرى في مجال المعرفة ككل والخبرة البشرية.

لكننا نلاحظ ابتعاد (ديوي) عن المعيار البراجماتي في التحقق من صدق المفاهيم العلمية، وتحوله إلى التعميم ومناقشة الإشكالات بصورة عامة في مجال الخبرة الواسع، متحاشياً بذلك نظرية الصدق والمعنى بالنسبة للمفاهيم، إلا أنَّ طريقة (ديوي) في حل الموقف المشكل من خلال عملية البحث واعتبار الأفكار أدوات أو وسائل في مجال تكامل الخبرة البشرية، بحيث تحقق وظيفتها، يتضمن عملية اختبارية تجريبية، أو على وجه التحديد عملية إجرائية في اختبار صحة الأفكار،[1] إلا أنَّ هذه العملية الإجرائية لا تمثل كل نظرية (ديوي)، بل هي جزء مهم منها، وإنَّ أهمية المعيار الإجرائي للمعنى في مجال مناقشة المفاهيم العلمية ودقة هذا المعيار، لم يلتفت إليها أحد من فلاسفة العلم المعاصرين باستثناء (برجمان) وهذا ما سأناقشه في المبحث التالي.

---

1) ديوي، جون: المنطق نظرية البحث، ترجمة زكي نجيب محمود، دار المعارف، مصر، ١٩٦٠، ص ٢٠١، ٢١٣.

المبحث الثالث
المظهر الإجرائي للمعنى

٣٢ - إنَّ البحث في مسألة معنى المفاهيم والحدود العلمية، يعد في نظر (برجمان) من المباحث الدقيقة والمهمة للغاية، ذلك لأنَّ مسألة عدم توافر المعنى بإمكانها أن تهدم الكثير من أفكارنا، حيث أنَّ المفاهيم المألوفة وغير الدقيقة التي درجنا على استخدامها بدون تفحص نقدي في أوضاع علمية معينة، قد لا تسعفنا في مواجهة أوضاع فيزيائية جديدة تكون أكثر دقة وتطوراً، كما حدث في أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين، حيث مرت الفيزياء الكلاسيكسة بمفاهيمها غير الدقيقة، كالزمان المطلق وغيره، بأزمة اضطرت العلماء وفلاسفة العلم إلى إعادة مناقشتهم وتفحصهم لتلك المفاهيم المستخدمة من جديد، في ضوء ظروف وأوضاع أكثر دقة، وخشية مراجعة مواقفنا باستمرار وتخلصاً من إعادة تنقيح مفاهيم العلم بصورة دائمة، وإبعاداً للغموض، طرح (برجمان) منهجه الإجرائي الدقيق كي يقيم العلم على أسس متينة من التجربة بحيث نستطيع فيما بعد بناء النظريات عليها دون الارتياب في صحتها، أو الاضطرار إلى مراجعتها من جيد، ويرى (برجمان) أنَّ الغموض في مجال المفاهيم العلمية يمكن إرجاعه إلى عدة أسباب:

١- تعريف المفاهيم بلغة الخصائص بدلاً من تعريفها بواسطة إجراءات تجريبية.
٢- الاعتياد على استخدام المفاهيم الدارجة ومفاهيم الحس المشترك الشائعة دون تفحص نقدي لمعانيها.
٣- عدم وجود مطابقة بين المفهوم والعالم الخارجي أو الإجراءات المستخدمة لذلك.
٤- أنْ يكون للمفهوم الواحد أكثر من معنى مستخدم في أكثر من مستوى واحد، وهو ما حاول (برجمان) توضيحه ونقده من خلال منهجه الإجرائي، والمجموعة الوحيدة من الإجراءات.

يرى (برجمان) أنَّ الجزء الحيوي والمهم في مجال تأسيس نظرية النسبية، هو إدراك (آينشتاين) أنَّ التناقض الظاهري الذي حدث في أزمة الفيزياء الكلاسيكية، كان نتيجة للموقف غير النقدي نحو معاني الحدود والمفاهيم التي استخدمت في وصف النتائج التجريبية، ويميز (برجمان) مظهرين في معالجة (آينشتاين) للمفاهيم الفيزيائية وهما:

الأول: "الإدراك أنَّ التناقضات المتضمنة أولاً في أسئلة المعنى وفي معاني الحس المشترك لحدود مثل، المسافة والزمن، ليست واضحة بما فيه الكفاية لتخدم الأوضاع التي طرحت من خلال الوقائع الجديدة،"[1] حيث أدرك (آينشتاين) أنَّ بعض المفاهيم التيَ تعارف العلماء عليها واعتادوا استخدامها في العلم ليس لها معنى دقيق خصوصاً في مواجهة الأوضاع الجديدة بعد تطور الفيزياء، وازدياد الدقة في عمليات القياس.

الثاني: "المنهج الذي تم بواسطته منح الوضوح المتزايد والضروري للمعاني."[2]

وهذا المنهج الذي استخدمه (آينشتاين) في إعطاء الوضوح لمعاني المفاهيم المستخدمة في نظرية النسبية، هو منهج إجرائي بالدرجة الأولى، كما يرى (برجمان) حيث يقول: "إنَّ هذا المنهج كان يعين الإجراءات المتضمنة في أمثلة ملموسة في حالة تطبيق الحد الذي يكون معناه موضع التساؤل."[3] ويضرب (برجمان) مثالاً على ذلك، ما نعنيه بقولنا إنَّ الحادثين متزامنان، أي معالجة (آينشتاين) لمفهوم التزامن، حيث أكد (آينشتاين) أنَّنا لا نفهم ما نعنيه بمفهوم التزامن ما لم نقدم بعض الإجراءات الملموسة التي نستطيع بواسطتها تقرير ما إذا كان الحادثان متزامنين أم لا . وكذلك قياس طول الجسم المتحرك حيث يتم بواسطة تطبيق المعيار الإجرائي للمعنى، حيث يتحدد المعنى من خلال "ما نفعله عندما نقيس طول الجسم المتحرك،"[4] وهذا يتضمن إجراءات مختلفة. وهكذا أظهرت نظرية النسبية أهمية وضرورة الدقة في معاني المفاهيم

1) Bridgman, P. W: Reflections, P. 135.
2) Ibid: P. 135.
3) Ibid: P. 135.
4) Ibid: P. 136.

المستخدمة، وأنَّ المعاني الشائعة للمفاهيم غالباً ما تكون غامضة وغير كافية في النواحي العلمية الدقيقة، وخصوصاً في مجال السرعات العالية جداً، وكذلك في مجال نظرية الكم التي تبحث في الظواهر الدقيقة جداً أو ما يسمى بالعالم الصغير أو مجال الميكروفيزياء.

إنَّ هذا المنهج الإجرائي المبني على إنجازات (آينشتاين) في الفيزياء ليتعارض بشدة مع المنهج الشكلي في تعريف المفاهيم، وخصوصاً كما طرح في بعض مفاهيم نيوتن مثل تعريفه للزمان المطلق بأنه شيء ما ينساب في الكون بانتظام، دون أنْ تكون له علاقة بأي شيء خارجي. يرى (برجمان) أنَّ هذا التعريف ليس به معنى لأنَّه:

١- تعريف بلغة الخصائص وليس بواسطة إجراءات أو عمليات أو فعاليات.

٢- الصفات نفسها التي ذكرت للزمان المطلق ليس لها تعريف إجرائي بلغة إجراءات فيزيائية فعلية.

٣- هذه الخصائص لها تعريف بواسطة صفات ميتافيزيقية مثالية، تصورية.

٤- لذلك فهي لا تحتوي أي تأكيد على التطابق مع ما هو موجود في الخبرة.[1]

قد عملت نظرية النسبية على تنقيح هذه المفاهيم، وذلك بفضل المنهج الإجرائي لتجعلها مرتبطة بالخبرة ومتطابقة معها. ويرى (برجمان) أنَّ نظرية النسبية "دفعتنا لوضع بعض معايير للمعنى، والتي طبقاً لها نستطيعه أن نحكم على أقوالنا، وسواء كانت المعايير إجرائية أم لا، ليس مهما."[2]

وبهذا فإنَّ نظرية النسبية دفعت العلماء للتساؤل "عما هو المعنى"؟ بالنسبة للمفاهيم الفيزيائية، إلا أنَّ (برجمان) لم يحاول صياغة نظريته

1) Bridgman, P. W.: N. P. Th, P. 10.

2) Bridgman. P. W.: Some of the Broader Implications of Science, Physics Today, Vol. 10,1957, P.19.

للمعنى، بل تركزت محاولته في وضع معيار يميز بين تلك الحدود والمفاهيم الفيزيائية التي لها معنى، وتلك التي تكون خالية منه، ويقول بذلك: "بالتأكيد إنَّنا لم نحاول وضع نظرية في المعنى." [1]

ويرى (كوستاف بيركمان) وجود فرق شاسع بين (نظرية المعنى Theory of Meaning) و(معيار المعنى Criterion of Meaning) باعتبار أنَّ المعيار يبين لنا الحدود التي لها معنى، من تلك التي ليس لها معنى، إما النظرية فإنها تكون معنية بتبيان ما هو المعنى بشكل عام.[2]

وقد أكد (برجمان) في أكثر من مقال موقفه من التنظير، ومحاولة وضع نظرية للمعنى، حيث يقول: "لاحظ أنَّنا لا نحاول أنْ نضع نظرية للمعنى."[3] بل حاول (برجمان) ربط المفهوم بإجراءات تجريبية لمعرفة ما إذا كان مطابقاً لها أم لا، فإذا ظهر خلاف ذلك فالمفهوم ليس له معنى. ولهذا يرى (برجمان)" أنَّ التحليل الإجرائي هو على الأغلب مقصور على أسئلة المعنى."[4]

٣٣ - يميز (برجمان) بين المعنى بالنسبة لعالم اللغة، والمعنى بالنسبة لعالم الفيزياء، أو بين المعاني المستخدمة في الحياة اليومية والمعاني المستخدمة في العلم. بالنسبة للغوي يكون للحد معنى من خلال استخداماته، وكثيراً ما نجد الغموض في لغة الحياة اليومية. ولكنَّ (برجمان) يعلق اهتمامه على معاني الحدود بالنسبة للفيزيائي، الذي يكون قادراً على رؤية الغموض وعدم الدقة في مجال المحادثات اليومية ولذلك فهو يضع شرطاً مسبقاً لعمله كعالم فيزياء، وهو أنْ يستخدم حدوده بدرجة أكثر إحكاماً ودقة، أي أنَّ معانيه يجب أنْ تكون واضحة، وذلك يميز (برجمان) مظهرين لمسألة المعنى هما:

١- مظهر عام: يكون الشخص فيه غير متأكد من المعنى، ما لم يحلل ما يفعله فيكون المعنى موجوداً في عملية إدراك الفعاليات المتضمنة، ولكن المشكلة هنا هي أنَّ هذه الفعاليات قد تكون متعددة ومتنوعة وتشمل حتى فعاليات في مستوى لفظي وعاطفي.

---

1) Bridgman, P. W.: O. A., P. 130.
2) Bergman, G: Sense and Nonsense in Operationism, In. V. S.Th., P. 51.
3) Bridgman, P. W.: O. A., P. 116.
4) Bridgman, P. W.: Reflections, P. 32.

٢- مظهر خاص: وهو الذي يطرح من خلال أعمال (آينشتاين) حيث "أدرك أنَّه في عملية البحث في الأوضاع الفيزيائية فإن الإجراءات التي تُعطي المعنى لمفاهيمنا الفيزيائية يجب أنْ تكون إجراءات فيزيائية على نحو مناسب وقد نفذت بصورة فعلية."[1]

ومع أنَّ (برجمان) يقول بأنَّه مولع في البحث عن المعنى في مجال الاتصال الفكري والعاطفي بين الآخرين، أو بين الإنسان وذاته،[2] إلا أنَّه كعالم وفيلسوف يرى بأنَّه ليس من المهم البحث في الاتصال الفكري والعاطفي مع الآخرين، بل الأهم من ذلك اتصال من نوع آخر، حيث يتساءل (برجمان): "ما هو معيار الاتصال الفعال، خصوصاً في الأوضاع العلمية؟"[3]

ويجيب (برجمان) على هذا التساؤل بأنَّ الاتصال لكي يكون فعالاً فإنَّه يتوجب عليه أنْ "يتضمن عملاً من نوع أو آخر،"[4] أي أنْ يتضمن عمل فعاليات وإجراءات فيزيائية، بحيث يكون من الممكن وصف أي وضع فيزيائي من خلال وصف عمليات إجرائية معينة، أي يتحقق الاتصال من خلال العمليات والإجراءات الفيزيائية وسهولة إدراكها من قبل الآخر، وبما أنَّ الاتصال هو اتصال فكري هنا، ويتم في الأوضاع العلمية، بواسطة لغة مترجمة إلى مستوى الكم وعمليات القياس، لذلك فإنَّ المعنى يقرر أحياناً من خلال الأجزاء المتضمنة للكل. وهذا يعني أنَّ للأجزاء معنى، ويميز (برجمان) مظهرين لمعنى الأجزاء:

١- "الشرط المطلق بأنَّ الأجزاء في تجاورها لها معنى، وبعد ذلك يكون للاتصال ككل معنى."[5]

٢- "إضافة لذلك في حالات عديدة يكون للأجزاء في عزلتها كيانٌ كافٍ، لذلك يكون لها معنى في عزلتها."[6]

---

1) Bridgman, P. W.: N. P. Th., P. 8 - 9
2) Bridgman, P. W.: Reflection, P.121.
3) Ibid: P. 121.
4) Ibid: P. 121.
5) Ibid: P. 122.
6) Ibid: P. 122.

ويهتم برجمان بالنوع الثاني، أي البحث عن معاني الحدود في عزلتها، حيث يقول: "فيما يلي سنهتم على الأغلب بمعاني الحدود في عزلتها،[1] حيث يرى أنَّ هذه هي طبيعة بنية اللغة ذاتها، حيث تتكون من حدود أو من أجزاء، وإنَّ الخلفية الشائعة لاستعمال هذه اللغة في أية حضارة يمكن أنْ تصاغ بصوره سليمة عندما نعطي لهذه الحدود معانيها وهي في عزلتها، بالإضافة إلى معانيها التي تتكون في حالة اتحادها في كل موحد. ويرى (برجمان) أنَّه بهذا العمل أي البحث بمعاني الحدود في عزلتها، يمكن التخلص من كثير من الأسئلة، وخصوصاً جميع الأسئلة ذات العلاقة بالتركيب اللغوي أو السنتاكس، لأن (برجمان) معنيٌ بالدرجة الأولى بالبحث في مجال السيمانطيقا.

ويطرح (برجمان) السؤال التالي: "ما هو المعيار الذي يجعلنا نعرف معنى الحد في عزلته؟"[2]

ويجيب (برجمان) إنَّ هذا "المعيار يمكن أنْ يكون مصاغاً بلغة العمل."[3] بحيث يمكن وضع قاعدة أو طريقة إجرائية تمكن عالم الفيزياء من إعاده اختبار الحد للتحقق من معناه، ويرى أنَّ موضوع التحقق من الموضوعات المهمة "لأن التحقق أو الإختبار أو التثبت يعد أساسياً لأي عمل علمي."[4] بل هو مهم حتى في مجال لغة الحياة اليومية. ونظراً لارتباط التحقق وعملياته بالمعنى، يرى (برجمان) أنَّ الطريقة الإجرائية تمكننا من تحديد ما إذا كان المفهوم غامضاً أم واضحاً، وما إذا كان له معنى واحد أو له معانٍ متعددة، ومع هذا يرى (برجمان) أنَّ الوضع يجب أنْ يقرر ويبحث بوضوح كافٍ، وأنَّ التضمينات في معنى الحد يجب أنْ تكون موضوعاً خاضعاً لنوع من المراجعة والفحص الدقيق، وذلك لإحكام استخدام الحد المعطى بصورةٍ واضحة، وقد تكون المراجعة وعمليات الاختبار سطحية، كما في حالة السؤال الذي يطرحه شخص ما على نفسه حول استخدام كذا وكذا كلمة في كذا وكذا وضع، صحيحاً أم لا؟

1) Ibid: P. 122.
2) Ibid: P. 122.
3) Ibid: P. 122.
4) Bridgman, P. W.: W. Th. A., P. 56.

ويرى (برجمان) أنَّ معنى الأسئلة والإجابة عليها تُعطى بسرعة ومن دون عملٍ واعٍ، أو دون فعالية إجرائية علمية، ولهذا يؤكد (برجمان) أنَّ إعطاء المعاني للحدود، سواء في عزلتها أو في حالة اتصالها، يجب أنْ "يتضمن تعيين عمل من نوع ما."[1] أو إجراءات ما أو فعاليات عملية، ويقول (برجمان): "وهذا هو ما عبرت عنه القول: إنَّ المعاني هي إجرائية."[2] وبما أنَّ أغراض العلم تختلف عن أغراض الحياة اليومية، في كونها أغراضاً محددة، فإن لغة العلم تختلف عن لغة الحياة اليومية في ضرورة محدوديتها ودقتها، وبالتالي يتوجب أنْ تكون الإجراءات التي نستخدمها في السياق العلمي لإعطاء المعاني لحدود معينة، محددة كذلك، وإنَّ الشرط المهم للإجراءات هنا هو الدقة، ويميز (برجمان) بين:

١- دقه منطقية.

٢- دقه فيزيائية في عمليات القياس الفيزيائية، وهذه تقسم إلى:

أ- دقه في المنهج.

ب- دقه في النتيجة.

ويرى (برجمان) أنَّ العمل العلمي يحتاج إلى نوعي الدقة هذين، ولتوضيح ذلك يقدم مثلاً ملموساً عن الدقة والمعنى، وهو مفهوم الطول، إنَّ طول أي شيء يتحدد معناه من خلال إجراءات معنية للقياس وهذا يمثل دقة في المنهج، كما أنَّ النتيجة هي عدد يمثل طول الشيء، ومعنى الطول يتحدد بواسطة شرط يقول: إنَّ أي عدد يمكن أنْ يدعي طول مسافة ما إذا كان أحد عناصره مرتبطا بنظام فيزيائي، وبهندسة (إقليدس)، ومهما كان نوع الإجراء، وقد تكون هنالك إجراءات أخرى لتحديد المفهوم. ولكن كيف يتم الربط بين الوحدة والدقة؟

ذلك لأن الإجراءات إذا كانت متعددة، فإن المفاهيم سوف تتعدد كذلك، فيمكن قياس الطول بواسطة قضيب القياس أو بواسطة حساب المثلثات، كما

---

1) Bridgman, P. W.: Reflections, P. 123.
2) Ibid: P. 123

أنَّ نظرية النسبية قد أبطلت التعريف القديم للطول، بفضل تطور الأوضاع التجريبية وازدياد الدقة في عمليات القياس، وتساعد هذه الدقة التجريبية في التخلص من مصادر الخطأ في التعريفات الإجرائية، إلا أنَّ (برجمان) يؤكد دائماً على معنى أنَّ المفهوم يتحدد من خلال مرادفته لمجموعة واحدة من الإجراءات التي تناظره، حيث يقول: " إنَّ تعيين المعنى بواسطة الإجراءات الوحيدة، هو العمل الوحيد المؤتمن في الأوضاع الفيزيائية."[1] لذلك رأى ضرورة التميز بين المفاهيم على أساس من مجموعة الإجراءات المرادفة لكل منها، حيث يميز بين مفهوم الطول في الحياة الاعتيادية، وسماه (الطول الملموس)، وبين مفهوم الطول في نظرية النسبية ومجال السرعات العالية، وسماه (الطول الشعاعي)، ذلك لأنَّ لكل مفهوم مجموعة معينة من الإجراءات المرادفة له، ويرى (برجمان) أنَّ وجود أكثر من مجموعة واحدة، أو أكثر من طريق واحد للوصول إلى نفس النتيجة، يمكن أنْ يعتبر في بعض الأحيان منهجاً للتحقق، حيث يقول: "إنَّ الوصول إلى نفس النتيجة بواسطة طريقتين أو أكثر، غالباً ما يستخدم كوسيلة للتحقق أو الإختبار ضد الأخطاء."[2]

ويضع (برجمان) قاعدة للبحث عن المعنى في مجال المفاهيم والحدود العلمية تركز على الإجراءات والعمليات والفعاليات أيا كان نوعها، إجراءات أداتية فيزيائية مختبرية أو إجراءات عقلية، إجراءات (القلم - والورقة)، حيث يقول: "وبشكل عام لكي أعرف معنى أي حد فإنَّه يكفي معرفة ما هي الإجراءات التي تُطبق للتحقق من أنَّ الحد في أية حالة ملموسة قد استخدم على نحو مناسب، وبالتالي فإن المعنى سوف يوجد في الإجراءات التي يتم بواسطتها التحقق منه."[3]

٣٤ - إنَّ التحليل الإجرائي غير مقصور على معنى الحدود والمفاهيم العلمية وحسب، بل ويشمل قضايا المعنى الآخرى، مثل التحقق من الأسئلة التي ليس لها معنى، حيث يرى (برجمان) أنَّ البحث في معنى الأسئلة، هو أحد

---

1) Ibid. P. 127.
2) Bridgman, P. W.: W. Th. A., P. 55.
3) Ibid: P. 56.

النتائج التي تنتج عن تبني وجهة النظر الإجرائية، تجاه المفاهيم، بل هي نتيجة طبيعية لذلك فغالبا ما نجد، حتى في مجال العلم، أسئلة ليس لها معنى، ولأجل إعطاء المعنى لسؤال ما، فإنّه يتوجب علينا أنْ "نبحث في المعنى للمفاهيم كما استخدمت من قبل الشخص السائل."[1] ويركز (برجمان) على معنى المفاهيم المستخدمة في السؤال، فإذا كانت مفاهيم علمية يمكن تعريفها بواسطة إجراءات أداتية أو عقلية، فإن السؤال عندئذ يكون له معنى، أما إذا وجدنا أنَّ المفهوم يمكن تعريفه بواسطة صفات خيالية مفترضة، كما في مفهوم الزمان المطلق، فعندئذ لا يكون للسؤال معنى، ويقدم مثالاً على ذلك، السؤال الذي طرحه (كليفورد) والذي يقول: "هل يكون من الممكن أنَّ الزمن كما يمضي في أبعاد الكون يتغير باستمرار، ولكننا لانستطيع اكتشاف ذلك لأنَّ جميع قضبان القياس التي نستخدمها تتغير بنفس الطريقة كأي شيءٍ آخر."[2]

يرى برجمان أنَّ هذا السؤال ليس له معنى، لعدم وجود منهج نستطيع بواسطته أنْ نتفحص الإجابة سواء بنعم أو لا، ذلك لأنَّ أدوات القياس تتغير كذلك، ويعد هذا السؤال من الناحية العلمية غير ممكن التحقق منه، لعدم توافر الإجراءات والمنهج الذي نختبر بواسطته الجواب، لذلك فهو خالٍ من المعنى، لأنه من وجهة النظر الإجرائية وكما يقول برجمان: "أنا لا أعرف ما أعنيه بالسؤال، ما لم استطع أنْ أصور لنفسي ما سأفعله لاختبر صحة جواب ما يمكن أنْ يقدم لي."[3] إذاً يجب أنْ تكون الإجابة على السؤال بصيغة قواعد عمل أو إجراءات معينة، لكي يكون للسؤال معنى، وباستثناء ذلك فالسؤال ليس له معنى، كما في حالة سؤال (كليفورد) السابق. وهذا يمثل المظهر الأول لأهمية التحليل الإجرائي في مجال المعنى، ألا وهو الكشف عن أسئلة تطرح في مجال العلم، ولكنها في حقيقتها خالية من المعنى، ولذلك يتوجب استبعادها من العلم.

---

1) Bridgman, P. W.: L. M. P., P. 29.
2) Bridgman, P. W.: N. P. Th., P. 11.
3) Ibid: P. 11.

وهنالك أهمية ثانية لمنهج التحليل الإجرائي، فهو وإنْ كان محصوراً في مجال العلم والفيزياء خصوصاً، إلا أنَّه يساعد كثيراً في الكشف عن الأسئلة الفلسفية الخالية من المعنى، والمشكلات الزائفة، وأشباه المشكلات المتعلقة بها، حيث يرى برجمان أنَّ العقل الإنساني، قد عذب نفسه خلال قرون عديدة في البحث في مشكلات هي بالأساس (مشكلات زائفة Pseudo-Problems)، ذلك لأنَّ هذه المشكلات قد صيغت بلغة أسئلة هي في حقيقتها أسئلة خالية من المعنى، يرى برجمان أنَّ معظم مشكلات الفلسفة التقليدية وخصوصاً في مجالي الدين والأخلاق هي مشكلات زائفة قائمة على أسئلة ليس لها معنى، حيث يقول: "والعديد من المشكلات الفلسفية التقليدية، وخصوصاً في الدين والأخلاق هي على هذه الميزة."[1] ويلتقي برجمان في هذه النقطة مع التجريبية المنطقية والبراجماتية، في رفضها لمشكلات الفلسفة التقليدية، وخصوصاً في مجال الميتافيزيقا، واعتبارها مشكلاتٍ غير حقيقية، حيث تعتبر عند (كارناب) قائمة على أخطاء في السنتاكس، وتقوم عند (فيتكنشتاين) على جهل لمنطق لغتنا، والبراجماتية تعتبرها خالية من الوظيفة العلمية، وبرجمان يعتبرها خالية من المعنى؛ لعدم توافر الإجراءات لتفحصها.

ويصوغ برجمان قاعدته الإجرائية التي تمكننا من معرفة ما إذا كان للسؤال معنى أم لا، والسؤال إذا كان له معنى فإنَّه "يجب أنْ يكون من الممكن إيجاد إجراءات نستطيع بواسطتها تقديم إجابة عليه، وسوف نجد في عدة حالات أنَّ الإجراءات لا يمكن أنْ توجد، وعليه فإن السؤال ليس له معنى."[2] ويرى برجمان أنَّ هذ الطريقة الإجرائية كفيلة بكشف انعدام المعنى حتى في حقول علم الاجتماع وعلم النفس، بالإضافة للفلسفة وحقول العلم، بل وحتى مجال فن المحادثات اليومية. ويرى بأنَّها وجهة نظر فعالة لهذا الغرض، وطريقة لها فائدة في تغير جميع عاداتنا الفكرية، بحيث لا نستخدم أية مفاهيم لا تخضع للتحليل الإجرائي، ولا تترجم إلى عمليات وفعاليات، وهكذا

1) Ibid: P. 12.
2) Bridgman, P. W: L.M. P. P. 28.

تصبح التعميمات والمثاليات القديمة طبقاً لذلك غير ممكنة الاستخدام في العلم، وكذلك تأملات الفلاسفة.[1]

وأود الإشارة هنا إلى النقد الذي وجهه (بنيامن) للإجرائية في مجال مناقشة المشكلات الفلسفية حيث يقول: إنَّ "الإجرائية لا تحل بصورة فعلية أيا من مشكلات الميتافيزيقا."[2]

وعلى الرغم من اهتمام (بنيامن) بالإجرائية، إلا أنَّ قوله هذا قد يسبب الكثير من سوء الفهم لفلسفة برجمان، ذلك لأن نقد (بنيامن) هنا قائم على فهم غير دقيق لحدود أطروحة برجمان في مجال تناول المشكلات الفلسفية، وخصوصاً في حقلي الدين والأخلاق ويمكن تصحيحها بما يلي:

١. الإجرائية ليست وليدة المناقشات الفلسفية للمشكلات المتافيزيقية، بل هي ثمرة الإنجازات العلمية، وخصوصاً تحليلات آينشتاين للمفاهيم العلمية.

٢. الإجرائية ليست نظرية أو طريقة لحل مشكلات الميتافيزيقا، فهي لم تتوجه للميتافيزيقا في حصنها القديم، الفلسفة، بل توجهت إليها من خلال تسربها إلى العلم على شكل مفاهيم غامضة مشوشة غير دقيقة.

٣. توجهت الإجرائية نحو هذه المفاهيم الغامضة بالنقد، من خلال تأكيدها على ضرورة ربط المفهوم بمجموعة من الإجراءات، وخصوصاً إجراءات القياس، وبالتالي إقصاء المفاهيم التي لا تفي بهذا الشرط من مجال الفيزياء، بوصفها مفاهيم ميتافيزيقية.

٤. إنَّ الإجرائية لاتحكم بالصدق أو الكذب، فإذا ظهر أنَّ المفهوم لا يفي بالشرط الإجرائي السابق ذكره، فالإجرائية لاتحكم عليه بالكذب، بل تعتبره عندئذ قولاً خالياً من ا المعنى، أي أنَّها تستبعده فقط من مجال العلم، ولو كانت الإجرائية تتجه نحو الميتافيزيقا بأجمعها، بوصفها

1) Ibid: P. 31.

2) Benjamin, A. C.: The Unholy Alliance of Positivism and Operationalism, J. Phil, Vol. 39, 1942, P. 624.

أحد فروع الفلسفة، وتحاول حل مشكلاتها، أو تستبعدها بوصفها خالية من المعنى، لأمكننا عندئذ القول مع (بنيامين): إنَّها لا تحل بصورة فعليةٍ أيَّة مشكلة ميتافيزيقية، وذلك لأنَّ استبعاد المشكلة ليس حلاً لها، ولكن الإجرائية لم تقم بهذا العمل قط.

٣٥ - وتجدر الإشارة هنا إلى النقاط المشتركة والعلاقة المتبادلة بين الإجرائية وكل من التجريبية المنطقية والفلسفية البراجماتية. ولكن يجب أنْ أشير قبل هذا إلى الآراء القابلة للنقاش، التي طُرِحَت وحاولت أنْ تجعل من الإجرائية حالة خاصة للتجريبية المنطقية، ومحاولة مناقشتها وتفنيدها، ومن هذه الآراء، آراء كل من (بوس G. Baos) التي طرحها عام (١٩٣١)، و(برس C.E. Bures)، التي طرحها عام (١٩٤٠).

ويمكن وضع آرائهما في بضع نقاط هي:

١. يطابق (بوس) بين الإجرائية والتجريبية المنطقية، حيث يرى أنَّ الحد يتحدد معناه في الإجرائية من خلال القضية التي يظهر فيها، بحيث تكون قابلة للتحقق عموماً بشكل تجريبي، حيث يقول: إنَّ الحد لا معنى له "باختصار ما لم تكن القضية التي يظهر فيها قابلة للتحقق على نحو تجريبي."[١]

ويمكن الرد على هذا القول بنقطتين:

الأولى: هي أنَّ المطابقة بين الإجرائية والتجريبية المنطقية غير صحيحة، ذلك لأنَّ التجريبية المنطقية تناقش المعنى ضمن نظام أو صيغة، فهي تناقش قضايا، أما برجمان فإنَّه يناقش مفاهيماً فيزياوية وبصورة منفردة.

الثانية: إنَّ برجمان لم يتحدث عن قابلية التحقق التجريبي بشكل عام، بل حدد التحقق التجريبي في مجال عمليات القياس.

٢. يرى (بوس) أنَّ حدود القضية تكون أحياناً غير قابلة للتحقق، مثلاً قد تكون غير ممكنة التحقق من الناحية العلمية الخالصة، كما في حالة

---

1) Boas, G.: The Operational Theory of Meaning, P. 545.

التحقق من الوجه الآخر للقمر، وهي القضية التي ناقشها (آير)، ولم تعتبرها التجريبية المنطقية كاذبة ولا خيالية من المعنى، بل قابلة للتحقق مستقبلاً إذا ما ذُلِّلت الصعوبات العملية، ويرى أنَّ الإجرائية هنا لا تعتبرها كاذبة لعدم توافر الإجراءات في الوقت الحاضر للتحقق من صدقها أو كذبها. حيث يقول (بوس) إنَّ "الإجرائية يجب أنْ تفهم على أنّها تقرر أنَّ المفهوم ليس له معنى ما لم يضع تعريفة إجراءات قابلة للإنجاز، باختصار ما لم تكن القضية التي يظهر فيها الحد قابلة للتحقق تجريبياً، وهكذا فلمعرفة ما هو المقصود 'بالخلو من المعنى إجرائيا' فإنه يجب علينا أنْ نعلم بوضوح ما هو المقصود 'بعدم الإمكانية في التحقق'."[1]

وعلى نفس المحور يدور نقد (برس Bures) الذي يرى " أنَّ المفهوم لكي يكون واضحاً وشرعياً في العلم، فإنَّه يجب ان يعرف بطريقة بحيث يكون تعريفه قاعدة تصف مسبقا إجراءات محددة قابلة للإنجاز بالنسبة لاستخدام أو معالجة المفهوم."[2]

ثم يشرح بعد ذلك ما يعنيه بقابلية الإنجاز (Performable) ويقول: إنَّها "تشير بوضوح إلى "إمكانية الإنجاز"[3] و(برس Bures) يترسم هنا خطى (بوس Boas) التي طرحها عام (١٩٣١) وينتهي إلى النتيجة ذاتها، حيث يقول (برس): "وبدون مناقشة تفصيلية لتحليلات (شليك) و(رايخنباخ) و(كارناب) وآخرين لأنواع "الإمكانية" أو لنفيها "عدم الإمكانية" هذه التحليلات قد اقترحت أربعة معان أولية للحد "إمكان" اعني: إمكانية منطقية وطبيعية أو تجريبية وتقنية وسيكولوجية."[4]

ويمكن الرد على النقطة السابقة بما يلي:

أولاً: إنَّ برجمان تحدث عن الإجراءات التي تنجز بصورة فعلية، ولم يتحدث عن الإجراءات الممكنة، بل تحدث عما هو فعلي وملموس. لذلك فإن المقارنة بين برجمان و(شليك) أو التجريبية المنطقية عموما تعد غير صحيحة.

---

1) Ibid: P. 545.
2) Bures, C. E.: Operationalism, Construction and Inference, P. 396.
3) Ibid: P. 396.
4) Ibid: P. 396-397.

ثانياً: حاول كل من (بوس) و(برس) تعميم إجراءات القياس على التجربة بشكل عام.

ثالثا: إنَّهما تحدثا عن المظهر الإجرائي للمعنى في مجال المفاهيم الفيزيائية بصورة تعميم لتقريبه من مبدأ التحقق في التجريبية المنطقية.

رابعاً: المقالان يقومان أساساً على فكرة خاطئة، تعتبر الإجرائية حالة خاصة للتجريبية المنطقية، حيث يقول (بوس) إنَّ "لإجرائية يمكن أنْ تظهر بوصفها حالة خاصة لها"[1] أي للتجريبية المنطقية.

٣. يرى (بوس) أنَّ بعض الرموز لا معنى لها من الناحية الإجرائية، لأنَّها تمثل كلاماً لا معنى له، وهيَ عبارة عن أخطاء في السنتاكس، حيث يقول: إنَّ بعض الرموز "خالية من المعنى إجرائيا لأنَّها لغو فارغ، وهي تمثل بأجمعها أخطاء في السنتاكس المنطقي وتقع ضمن اللغة."[2]

ويمكن القول إنَّ رأي (بوس) هذا يمثل خلطاً لا مبرر له بين آراء برجمان وآراء كل من (كارناب) و(فيتكنشتاين)، للأسباب التالية:

أولاً - إنَّ أطروحة برجمان لم تكن منصبة في مجال السنتاكس، بل كانت موجهة نحو السيمانطيقا.

ثانياً - إنَّ برجمان لم يناقش أخطاء اللغة، بل توجهت أطروحته نحو المفاهيم الفيزيائية.

ثالثاً - لا يرى برجمان أنَّ الصياغة اللغوية الصحيحة يمكن أنْ تَمنح الحد أو المفهوم معنى ما، ذلك لأنَّه يرى أنَّ المفهوم يكتسب معناه من خلال الإجراءات التي تنجز عند تطبيقه، وإذا انعدم وجود الإجراء فالمفهوم ليس له معنى.

٣٦ - وعلى الرغم من عدم الإتفاق مع الآراء النقدية السابقة، إلاّ أني أود الإشارة بعد هذا إلى بعض نقاط الشبه والاختلاف بين التجريبية المنطقية والفلسفة الإجرائية وهي:

1) Boas, G.: The Operational Theory of Meaning, P. 545.

2) Ibid: P. 546.

١. تشترك الإجرائية مع التجريبية المنطقية في الاتجاه التجريبي العام من حيث تأكيدها على الخبرة عموماً، والتجربة بصورة خاصة من خلال ربط المفهوم بالتجربة.

٢. تشتركان في محاولة التخلص من العناصر الميتافيزيقية في العلم ومحاولة رفض هذه المفاهيم وإقصائها خارج دائرة العلم.

٣. يتم تمييز العناصر الميتافيزيقية بواسطة معيار للمعنى، وهو مبدأ التثبت في التجريبية المنطقية، والذي نوقش في (المبحث الأول من هذا الفصل). وهو في الإجرائية معيار يؤكد على ربط المفهوم بالإجراءات.

٤. إنَّ الإجرائية أكثر دقة من التجريبية المنطقية، لأنَّها تحدد معنى المفهوم الفيزيائي ضمن التجربة بإجراءات القياس والوحدات القياسية.

٥. تتناول الإجرائية مناقشة المفاهيم والحدود بصورة مفردة منعزلة، أما التجريبية المنطقية فإنَّها تناقش المفهوم ضمن نظام، أي تناقش قضايا وعبارات.

أما في مجال علاقة الإجرائية بالفلسفة البراجماتية، فيرى (بنيامين) وجود محورين في الفلسفة البراجماتية قد أثَّرا في فلسفة برجمان وهما:[1]

١. التأكيد على الوضوح في الأفكار، بحيث تكون المفاهيم أكثر دقة.

٢. المماثلة بين الحقيقة وقابلية العمل من خلال ربط الفكرة بالتحقق العملي الملموس.

وبما أنَّي قد ناقشت معيار المعنى في الفلسفة البراجماتية في (المبحث الثاني من هذا الفصل) فإنني سأشير فقط إلى النقاط المشتركة بينها وبين الإجرائية ومن دون توضيحات تفصيلية:

١. التأكيد على دقة ووضوح المفاهيم: وهذه الميزة مشتركة بين برجمان و(بيرس)، أكثر مما هي مشتركة بينه وبين (جيمس) أو (ديوي). كما أنَّ

1) Benjamin, A. C.: Operationism, P. 32.

هذه الميزة لا تميز الإجرائية والبراجماتية وحسب، بل وتميز التجريبية المنطقية كذلك، والمذاهب التجريبية عموماً.

٢. قابليـة العمـل: أي ضـرورة ربـط المفهـوم بفعاليـات أو أعمـال قابلـة للإنجاز.

٣. النتـائج المثمـرة الملموسـة: فـلا يكفـي أنْ تكـون الفكـرة قابلـة للارتبـاط بعمل معين، بل يجب أنْ تربط بعمل يحقق فوائد ملموسة.

٤. التأكيـد علـى أنَّ الأفكـار أدوات أو وسـائل: وهـذه ميـزة مـشتركة بـين برجمـان و(جـون ديـوي) فقـط، حيـث يـرى برجمـان أنَّ الأفكـار أدوات يلائم بها الشخص نفسه مع المحيط الذي يعيش فيـه، كمـا أنَّ تأثيرهـا يقاس من خلال قدرتها على تحقيق غاية مرغوب فيها،[١] وكما يقول في مكان آخر: إنّ" العلم واللغة والتفكير العقلي عبارة عن وسائل أحاول بواسطتها أنْ أقوم بعمل تنظيمات، ومن ثم أجد بالتجربة ما إذا كانت هـذه التنظيمـات ناجحـة أم لا."[٢] وحتـى الرياضـيات يـرى فيهـا نوعـاً خاصـاً مـن (الأدوات العقليـة Intellectual tools) ذات الفائـدة الكبيرة في معالجة الأوضاع العملية،[٣] وهـذا يقـارب إلى حد كبير مـا بـين آراء برجمان وآراء (جون ديوي)، كما أنَّه يقدم مصداقية لقول (فايجل) بأنَّ "الإجرائيـة تمثـل صـياغة حديثـة لـبعض الملامـح الأساسـية للمنـهج التجريبي وللتجريبية عموماً، ومبرزة باتجاه البراجماتية والأداتية."[٤]

1) Bridgman, P. W.: N. P. Th., P. 51.
2) Ibid: P. 16.
3) Ibid: P. 117.
4) Feigl, H.: Operationism and Scientific Method, P. 250.

المصادر والمراجع
القسم الثاني

الكتب الاجنبية

Alexander, H. G., (Ed): The Leibniz – Clarke Correspondence, Manchester University Press, 1965.
Aristotle: De Caelo. Trans. by J. L. Stocks, In the works of Aristotle, (Ed) by W.D. Ross, Vol. 2, The Clarendon Press, Oxford, 1962.
Aristotle: Physica, Trans. by R. P. Hardie and R.K. Gaye, In the Works of Aristotle (Ed) W.D. Ross، Vol. 2. The Clarendon Press, Oxford, 1962.

Ayer, A. J.: Language, Truth and Logic, Dover Publications, New York, 1946.
Barnett, L.: The Universe and Dr. Einstein, Time Incorporated, New York, 1962.
Benjamin, A.C.: Operationism, Charles, C. Thomas, Spring Field, Illinois, 1955.
Berkeley, G.: Of Motion, In Berkeley, Philosophical writing, (Ed) by D. M. Armstrong,، Collier Books, New York, 1965.

Berkeley, G.: The Principle of Human Knowledge, (Ed) by C. J. Warnok, The Fontana Library, Collins, 1962.
Bridgman, P. W.: The logic of Modern Physics, The Macmillan Company, New York, 1954.
Bridgman, P. W.: The Nature of Physical Theory, John Wiley and Sons Inc, New York, 1964.
Bridgman. P.W.: Reflection of A physicist, Philosophical Library, New York, 1955.
Bridgman, P. W.: The Way Things Are, Harvard University Press, Cambridge, Mass, 1959.
Broad, C.D.: Scientific Thought, Routledge and Kegan Paul Ltd, London,1952.
Burnet, J.: Early Greek Philosophy, Meridian Books, New York, 1964.
Burtt, E.A.: Metaphysical Foundation of Modern physical Sciences, Routledge and Kegan Paul, London, 1950.
Cornford, F.M.: Plato's Cosmology, Routledge and Kegan Paul, London, 1956.
D،Abro, A.: The Evolution of Scientific Thought, Dover Publication, London, 1950.

Daintith, J.: Dictionary of Physics, Arnold. Heinmann, India, 1984.
Descartes, R.: Principles of Philosophy, Part 2, in the Philosophical Writing, (Ed) by A. Elizabeth, Nelson, 1954.
Einstein, Albert: Relativity, the Special and the General Theory, Trans. by Lawson, R.W., Methuen and Co. Ltd, 1962.
Frank. Ph.: Einstein, His Life and Times, Alfred. A. Knopf Inc., New York, 1947.
Galileo, G.: The Two New Sciences, Trans. by Stillman Drake, The University of Wisconsin Press, 1974.
Hertz, H.: The Principles of Mechanics, Dover Publication, New York, 1956.
Hume, D.: Enquiries Concerning the Human Understanding, (Ed) by L. A. Selby-Bigge, The Clarndon Press, 1962.
Huygens, C.: Treatise on light, In Great Books, William Benton Publisher Chicago, Vol. 34, 1952.
Jammer, M.: Concepts of Force, Harvard University, Mass, 1957.
Jammer, M.: Concepts of Space, Cambridge, Mass, 1969.
Jorgensen, J.: The Development of Logical Empiricism, International Encyclopedia of Unified Science, Vol. 2, No. 9, The University of Chicago Press.
Kant, I.: Critique of Pure Reason, Trans. by N. K. smith, Macmillan, London, 1956.
Mach, E.: The Science of Mechanics, Open Court, Illinois, 1960.
Margenau, H.: The Nature of Physical Reality, McGraw Hill Books Company, New York, 1950.
Maxwell, J. C.: A Treatise on Electricity and Magnetism, Dover Publications, New York, Vol. 2, 1954.
Newton, I.: Mathematical Principles of Natural philosophy, Trans. by. F. Cajori, University of California Press Berkeley, 1960.
Peirce, C. S.: Collected Papers, (Ed) by C. Hartshorner and P. Weiss, The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, Mass, Vol. 2 and Vol. 5, 1960.
Poincare, H.: Science and Hypothesis, Trans. by W.J.G., Dover Publications, New York, 1952.
Poincare, H.: The Value of Science, Trans. by G.B. Halsted, Dover Publications Inc., New York, 1958.
Russell, B.: The philosophy of Leibniz, George Allen, Uniwin, London, 1949.
Thayer, H.S. (Ed): Newton's Philosophy of Nature, Selection from his Writing, Hafner Publishing Company, New York, 1960.
Whitrow, G.J.: The Natural Philosophy of Time, Clarendon Press, Oxford, 1980.

المقالات الاجنبية

Benjamin, A.C.: The Unholy Alliance of Positivism and Operationalism,J.Phil, Vol. 39, 1942.
Bergmann, G.: Sense and Nonsense in Operationism, In the Validation of Scientific Theories, (Ed) by Frank, Ph., The Beacon Press, Boston, 1956.
Boas, R. & Blumberg, A. E.: Some Remarks in Defense of the Operational Theory of Meaning, J. Phil., Vol. 28, 1931.
Bridgman, P.W.: Operational Analysis. Phil. Sci., Vol. 5,1938.
Bridgman, P.W.: Some Implications of Recent Point of View in Physics, In Reflections.
Bridgman, P.W.: Some of the Broader Implications of Science, Physics Today, Vol. 10, 1957.
Bures, C.E: Operationism, Construction and Inference, J. Phil., Vol. 37, 1940.
Carnap, R.: The Methodological Character of Theoretical Concept, in Minnesota Studies in the Philosophy of Science (Ed) by Fiegal, H. and M Scriven university of Minnesota press, Minneapolis, Vol. 1, 1962.
Carnap, R.: Testability and Meaning, Phil. Sci., Vol. 3, 1936.
Feigal, H.: Operationism and Scientific Method, Psychological Review, Vol. 52, 1945.
Lindsay, R.B.: Operationalism in Physics, in the Validation of Scientific Theories, (Ed) by Frank, Ph.
Margenau, H.: Methodology oF Modern Physics, Phil. Sci., Vol. 2, 1935.
Neurath, O.: Protocol Sentences, in Ayer, A.J. (Ed) Logical Positivism, Illinois, 1960.
Pap, A.: Are Physical Magnitudes Operationally Definable? In Churchman, C. W. and Ratoosh, Ph. (Ed) Measurement, Definitions, and Theories, John Wiley and Sons, New York, 1962.
Russell, B.: William James's Conception of Truth, in the Philosophical Essays, George Allen and Uniwin Ltd., London, 1966.

المصادر العربية

ابن الهيثم، الحسن: رسالة المكان، رسائل ابن الهيثم، دائرة المعارف العثمانية حيدر اباد، الدكن.

ارسطوطاليس: الطبيعة، ترجمة اسحق بن حنين، نشرة بدوي، عبدالرحمن، الدار القومية للطباعة والنشر، القاهرة، ج ١، ١٩٦٤.

ارسطوطاليس: في السماء والاثار العلوية، ترجمة، يحيى بن البطريق، تحقيق بدوي، عبدالرحمن، مكتبة النهضة المصرية، ١٩٦١.

افلاطون: الجمهورية، ترجمة حنا خباز، دار الاندلس، بيروت.

افلاطون: طيماوس، ترجمة الأب فؤاد جرجي بربارة، منشوارت وزارة الثقافة والارشاد القومي، دمش ١٩٦٨.

آينشتاين، البرت وليوبولد انفلد: تطور علوم الطبيعة، ترجمة محمد عبد المقصود النادي وعطية عبدالسلام عاشور، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة.

اينشتين، البرت: النسبية، النظرية الخاصة والعامة، ترجمة رمسيس شحاتة، دار نهضة مصر للطبع والنشر.

بارنت، لنكولن: العالم واينشتين، ترجمة محمد عاطف البرقوقي سلسلة إقرأ، دار المعارف بمصر، ١٩٥٥.

جاموف، جورج: واحد، اثنان، ثلاثة...... لانهائية، ترجمة اسماعيل حقي، مكتبة الانجلو المصرية، ١٩٥٨.

جيمس، وليم: البراجماتية، ترجمة محمد العريان، دار النهضة المصرية، القاهرة. ١٩٦٥.

ديوي، جون: المنطق، نظرية البحث، ترجمة زكي نجيب محمود، دار المعارف، مصر ١٩٦٠.

رايشنباخ، هانز: نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة فؤاد زكريا، دار الكاتب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٨.

رسل، برتراند: تاريخ الفلسفة الغربية، ترجمة محمد فتحي الشنيطي، الهيئة المصرية للكتاب، ١٩٧٧، الكتاب الثالث.

طعمة، جورج: فلسفة ليبنتز مع تعريب المونادلوجيا ونصوص اخرى - مكتبة اطلس، دمشق. ١٩٦٥

فايجل، هربرت: التجريبية المنطقية، في كتاب فلسفة القرن العشرين، تحقيق، داجوبرت رونز، ترجمة عثمان نويه، مؤسسة سجل العرب القاهرة ١٩٦٣.

فيتجنشتاين، لودفيج: رسالة منطقية - فلسفية، ترجمة عزمي اسلام - مكتبة الانجلو المصرية، ١٩٦٨.

كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ترجمة امين الشريف، المؤسسة الوطنية للطباعة والنشر، بيروت ١٩٦٥ .

لجنة من الخبراء: معجم الرياضيات، اعداد لجنة من الخبراء في وزارة التربية الاردنية عمان، مكتبة لبنان، بيروت ١٩٨٠ .

همفريز، ريتشارد، ف ورويرت بيرنجر: المبادئ الأساسية للفيزياء الذرية، ترجمة: محمد امين عمر واخرون، دار المعارف، مصر ١٩٦٢

وايت، مورتون: عصر التحليل، فلاسفة القرن العشرين، ترجمة اديب يوسف شيش، منشورات وزارة الثقافة والارشاد القومي، دمشق، ١٩٧٥

ياسين خليل: مقدمة في الفلسفة المعاصرة، منشورات الجامعة الليبية، ١٩٧٠ .

ياسين خليل: منطق البحث العلمي، بغداد، ١٩٧٤ .

ياسين خليل: منطق المعرفة العلمية، منشورات الجامعة الليبية، ١٩٧١ .

القسم الثالث

النظرية العلمية، القانون العلمي، وقواعد التطابق النموذج والتعليل العلمي

الفصل الأول: النظرية، مكوناتها، وإجراءات صياغتها

1 - القانون العلمي، خصائصه

2 - التمييز بين النظرية والقانون

3 - التمييز بين النظرية والفرضية

4 - إجراءات صياغة النظرية

5 - مكونات النظرية

6 - قواعد التطابق أو القاموس، وربط المفاهيم النظرية بالخبرة

7 - الشروط التي يجب استيفائها عند صياغة النظرية

الفصل الثاني: الرياضيات والواقع الفيزيائي؛النموذج والمماثلة

8 - هدف النظرية والتعليل العلمي للقوانين

9 - النموذج ودوره في النظرية

10 - المماثلة ودورها في النظرية

11 - الوصف الرياضي للواقع الفيزيائي

الفصل الثالث: التثبت من صدق النظريات

12 - مم يكون التثبت؟ من النظرية ككل أم من جزء منها؟

13 - التثبت ونظرية الاحتمالات

14 - مبدأ التكذيب لكارل بوبر

15 - البساطة ودور المعاييرالعلمية في اختيارالنظريات

16 - دور المعايير غير العلمية في التمسك بالنظريات

المصادر والمراجع

"إنّ تكوين نظرية جديدة لا يشبه هدم كوخ صغير وبناء ناطحة سحاب بدلاً منه، بل أقرب شبهاً بحال رجل يتسلق جبلا فيتسع أفق نظره، ويرى آفاقاً جديدة كلما ازداد ارتفاعه، ويرى طرقاً ومسالك جديدة تصل بين البقاع الموجودة في سفح الجبل، مما كان يتعذر عليه رؤيتها لو لم يبرح هذا السفح".

البرت آينشتاين (١٩٣٨)

الفصل الأول

النظرية العلمية: مكوناتها وإجراءات صياغتها

مقدمة

لا أبالغ إذا ما قلت إنَّ النظرية العلمية تمثل معظم موضوعات فلسفة العلم، بل إنَّ التفلسف في مجال النظرية العلمية يمثل ذروة التفلسف في هذا المجال، لما للنظرية من علاقة بالقوانين والبناء المنطقي للمفاهيم، ومنطق التعليل العلمي، وعلاقة النظرية بالواقع، وغير ذلك. إنَّ البحث في بنية النظرية العلمية يتناول تقريبا معظم موضوعات النظرية، من حيث مكوناتها الداخلية وعلاقاتها المنطقية ببعضها وطريقة البناء ودور النموذج والمماثلة، وعلاقة النظرية بالواقع والتثبت من صدق النظريات.

١ - القانون العلمي وخصائصه

إنَّ العلم يبدأ، كما هو معروف، من مجموعة الملاحظات والتجارب البسيطة التي يُطلق عليها في أغلب الأحيان اسم المعطيات الحسيّة، إشارة إلى كونها مستمَدّة من العالَم الخارجي بواسطة الحواس، ولكن هذه المعرفة الحسية البسيطة التي يتم التعرُف بواسطتها على الأشياء وخصائصها وبعض الأحداث لا تشكل معرفة فيزيائية مهمة ومتطورة، ذلك لأنْ على علم الفيزياء أنْ يرتقي أولاً من الملاحظة التي تعتمد الحواس إلى التجربة المختبرية، أي الانتقال من الكيف إلى الكم، حيث يعطي هذا الانتقال للفيزياء ميّزة البحث بكميات تتحدد من خلال عمليات القياس، ثم التعبير عن هذه الكميات وعمليات القياس بلغةٍ رياضيةٍ رمزيةٍ دقيقة. كما يجب أنْ تقوم الفيزياء بمحاولة ربط هذه المعرفة وتنظيمها وتقديمها في كلٍّ موحدٍ وشاملٍ، أي ان الفيزياء تحاولان تقَدِّم وصفا متماسكا لهذه المعرفة منْ خلال وصف العلاقات الثابتة التي تربط الأشياء والاحداث ببعضها، وان عملية الوصف المنطقية هذه للعلاقات الثابتة بين الظواهر تُقَدِّم من خلال ما يسمى

بالقوانين العلمية Scientific Laws، فالقانون إذا هو صيغة تقدم توضيحا للعلاقات الثابتة بين الظواهر، بل وتقدم محاولة للتنبؤ بثباتها بالنسبة لأحداث وظواهر يمكن أنْ تحدث في المستقبل. فالقانون هو عبارة عن فرض أو قول تترتب بواسطته معرفتنا بالعالم الخارجي بحيث يصف القانون انتظامات معينة لمجموعة من الظواهر ويُستخدم في الوقت نفسه لتعليل هذه الظواهر والحوادث والتنبؤ بحوادث وظواهر يُتوَقّع حدوثها في المستقبل، وعليه فإن القانون لا يعبّر إلا عن العلاقات الثابتة بين الظواهر التي تخضع للانتظام. ويحدد الدكتور ياسين خليل أربع خصائص للقانون العلمي هي: [1]

١- إنَّ القانون عبارة عن صياغة لغوية يشترط فيها توفر الدقة والوضوح، وبما أنَّ لغة الحياة اليومية لا تفي بهذين الشرطين، لذلك تتم الاستعانة باللغة الرياضية بما توفره من خصائص تجريدية ورمزيّة، إضافة إلى الوضوح والدقة، وبهذا تكون الصيغة اللغوية للقانون هي الصيغة الرياضية.

٢- والقانون ليس صيغة رياضية وحسب، بل صيغة رياضية لها علاقة بموضوع بحث معين سواء كانت هذه العلاقة مباشرة أم غير مباشرة.

٣- أنْ تكون للقانون قدرة على التعليل والتنبؤ "و نقصد بالتعليل ما نحصل من القانون على استنتاجات كثيرة، تساعدنا على التثبّت من متانة القانون في توفير تعليل سليم للظواهر والحوادث أو الحالات من جهة، وعلى ما نحصل من نتائج جديدة تعلل بشكل سليم ظواهر وحالات جديدة من جهة أخرى، ونقصد بالتنبؤ ما يستطيع القانون عن طريق النتائج التي يوفرها توقع حدوث ظواهر أو حوادث في المستقبل، فإذا ازدادت توقعاته وأيدَتها التجارب والملاحظات، اكتسب القانون متانة وثقة أكبر،" [2] وبخلاف ذلك يُعدّل القانون أو يُستبدل بآخر أكثر كفاءة منه.

---

1) ياسين خليل: منطق البحث العلمي، بغداد، ١٩٧٤، ص ٢١٥ - ٢١٧.

2) المصدر السابق: ص ٢١٦.

٤- العلاقة المتينة بين القانون والفرضية؛ "فالقانون يتحول إلى فرضية في كل مرة يواجه فيها حالة أو حادثة وإيجاد تعليل لها، فالقانون فرضية تواجه في كل مرة مشكلة، وإنَّ متانته أو عدمها تتوقف دائماً على قدرته في حل المشكلة."[1] وهذا يعني أنَّ للقانون الطبيعي صفة الاحتمالية، وأنَّه لا يتمتع باليقين التام.

وقد عبّر هنري بوانكاريه عن الصياغة الرياضية والميزة التعليلية والتنبؤية للقانون بقوله: " إنَّ القانون هو العلاقة الثابتة بين ظاهرة اليوم وظاهرة الغد. إنَّه باختصار معادلة تفاضلية."[2] ويربط القانون مجموعة من المفاهيم بشبكة واحدة، ولهذه المفاهيم مستويات مختلفة، فمنها ما له علاقة بالخبرة، ويمكن تعريفه بطريقة إجرائية، ومنها مفاهيم نظرية. وإنَّ هذا الإنقسام بين مفاهيم وصفية ذات علاقة مباشرة بالخبرة والملاحظة والإجراءات التجريبية، ومفاهيم أخرى ليس لها تلك العلاقة المباشرة بالخبرة، بحيث لا يمكن تعريفها وربطها بإجراءات تجريبية بصورة مباشرة يؤدي إلى التمييز بين قوانين تجريبية تحتوي النوع الأول من المفاهيم وقوانين نظرية تحتوي النوع الثاني.

٢- النظرية والقانون

يميّز إرنست ناجل E. Nagel في كتابه: (بنية العلم The Structure of Science) الصادر عام (١٩٦١) ثلاثة اختلافات أساسية بين القوانين التجريبية والقوانين النظرية، ويرى أنَّ هناك حدوداً تفصل القوانين التجريبية عن القوانين النظرية التي يقول عنها أنَّها "ببساطة نظريّات"[3] فهو يميز بين القوانين التجريبية والنظريات كما يلي:

١- إنَّ المفاهيم الوصفية في القانون التجريبي يمكن ربطها بإجراءات معينة واضحة قابلة للملاحظة، أو إجراءات تجريبية مختبرية. وهذه

---

1) المصدر السابق: ص ٢١٧.

2) Poincaré, H.: The Value of Science, Trans. By G.B. Halsted, Dover Publications, Inc, New York, 1958. P. 93, 87.

3) Nagel, E: The Structure of Science, Routledge and Kegan Paul, London, 1971, P.80.

الإجـراءات المرتبطـة بـالمفهوم تقـدم تحديـداً واضـحاً لمعنـى المفهـوم وبالتـالي يمكـن اختبـار القـانون في ضـوء هـذه الإجـراءات، ومـن أمثلـة المفاهيم التجريبية: حجم الغـاز، ودرجـة الحـرارة. في حـين أنَّ القـوانين النظريـة أو النظريـات تحتـوي مفـاهيم لا يمكـن ربطهـا وتحديـدها بـإجراءات تجريبيـة واضـحة، بـل إنَّ معظـم المفـاهيم النظريـة هنـا مرتبطـة بالتـصورات والتخـيلات المـشتقة مـن تعمـيم المـاثلات، لأنَّ صـياغة النظريـة لا تـتم بـالطريق الاسـتقرائية، بـل تُبنـى بالمماثلـة مـع شـيء مـألوف، لـذلك فـإنَّ معنـى المفـاهيم والحـدود يتحـدد مـن خـلال التعريـف الـضمني Implicit Definition بواسـطة البـديهيات والـصيغ النظرية، التي يوجـد فيهـا الحـد أو بواسـطة التعريـف غير المباشـر مـن خلال الاستنتاجات المشتقة من النظرية، ومن أمثلة المفـاهيم النظريـة، الإلكترون، والنـيترون، وبالتـالي فـإنَّ هـذه القـوانين لا يمكـن اختبـارهـا اختبـاراً تجريبيـاً مباشـراً.[1]

٢- القـوانين التجريبيـة تعميمـات اسـتقرائية قائمـة علـى علاقـات بـين مفـاهيم مرتبطـة بمعطيـات الخبرة، أمـا النظريـات فإنَّهـا تختلـف عـن ذلـك. ففـي حالـة القـوانين التجريبيـة، نجـد أنَّ قـانون بويـل Boyle's Law مثلاً قائم على ملاحظات مجموعـة مـن خـلال دراسـة التغيرات التي تحدث في حجم الغاز في درجة حرارة ثابتة، عندما يكون الـضغط مـتغيراً. ثـم عمـمَ بويـل بعـد ذلـك قانونـه القائـل: إنَّ الـضغط يتناسـب عكسياً مع الحجم، أي كلما ازداد الـضغط قلَّ الحجـم. وكـذلك قـانون غاليلو في السقوط الحـر للأجسام. أمـا النظريـة فهـي ليست تعميمـاً تجريبياً مـن معطيـات الخبرة والملاحظـة، ولا تـتم صـياغتها بـالطريقـة الاسـتقرائية، حيـث أنَّ الاسـتدلال هـو مـا يميـز النظريـات، وإنَّهـا مـن (الخلـق الحـر للعقـل) إلا أنَّ هـذا لا يعـني أنَّهـا لا تُطـرَح مـن خـلال الملاحظات أو أنَّها لا تتطلب وضوحاً تجريبياً، بل إنّ الحدود الأساسية

1) Ibid: Pp. 83-85.

في النظرية لايحتاج تثبيت معناها إلى إجراءات تجريبية مختبرية محددة، أي أنّ النظرية يمكن أنْ تعرف حدودها الأساسية على نحو غير مباشر. كما أنّ على النظرية أو القوانين النظرية أنْ تعلل مجموعة القوانين التجريبية: عن طريق ارتباط الأخيرة بسلسلة استنتاجية بمقدمات النظرية.[1]

٣- يقدم (ناجل) في النقطة الثالثة اختلافات متعددة بين القانون التجريبي والنظرية، وهي: إنّ القانون التجريبي، وبدون استثناء، يصاغ بلغة قول واحد مفرد، في حين أنّ النظرية هي دائماً، ومن دون استثناء، عبارة عن مجموعة من الأقوال المتعددة المرتبطة فيما بينها بنظام معين. وهذا يجعل النظرية أكثر عمومية من القانون التجريبي، وهذه العمومية تعطي للنظرية قوة تعليلية أكبر؛ حيث أنّ القانون التجريبي يستخدم للتعليل، والتنبؤ باحداث فردية متكررة، بينما تكون النظريات قابلة لتعليل قوانين تجريبية أكثر تعدداً وتنوّعاً. وعليه فإن إحدى الوظائف المهمة للنظرية هي عملية تقديم عرض لارتباطات نسقية بين القوانين التجريبية، كما أنّ النظرية تختلف عن القوانين التجريبية في كونها تزودنا باقتراحات حول قوانين تجريبية جديدة.[2]

وترى ماري هيس على خلاف (إرنست ناجل) أن ليس هناك حدود فاصلة وواضحة تماما بين القوانين التجريبية والنظريات، بل أنّ الحدود بينهما غامضة ومتشابكة، لكنها مع ذلك تحاول أنْ توضح بعض الاختلافات بينهما، وذلك بسبب أهمية هذه الخلافات في معرفة منطق النظريات وماهية النظرية. إنّ الاختلافات التي تذكرها هيس مستمدة في جوهرها من تلك الاختلافات التي ذكرها ناجل، وأشرت إليها سابقاً، أما الاختلافات التي تحددها هيس فهي:[3]

1) Ibid: Pp. 85-88.
2) Ibid Pp. 88-90.
3) Hesse, M. B.: Laws and Theories, Ency. Phil, Vol.4, P. 404-405.

١- إنَّ القوانين التجريبية تحتوي فقط على حدود تشير إلى ما هو قابل للتعريف إجرائياً أو بالملاحظة، ومن أمثلة هذه الحدود، الضغط، وسرعة السقوط... وبما أنَّ القوانين التجريبية لها ميزة كونها تربط بين حدود يمكن ملاحظتها، لذلك فإنَّ مسألة اختبارها أي تقرير قيمة صدقها ومعناها، تكون مستقلة تماماً عن النظريات التي تستخدم لتفسيرها، أي يمكن التثبت من صدقها أو كذبها مباشرة بواسطة إنجاز إجراءات تجريبية معينة، بينما هناك أقوال تحتوي في الأقل على بعض الحدود التي لا تشير إلى ما هو قابل للتعريف إجرائياً أو بواسطة الملاحظة، أي أنَّ هذه الحدود النظرية مثل، الإلكترون، والموجة الكهرومغناطيسية، وانحناء المكان، ليس لها ما يماثلها من إجراءات صريحة، بل يمكن تعريفها على نحو ضمني، وبالتالي لا يمكن أنْ تُختبر على نحو مباشر بواسطة الملاحظة والتجربة، أي أنَّ النظريات تختبر من خلال اشتقاقاتها أو من خلال ما هو مُستَنتج منها.

٢- القوانين التجريبية عبارة عن أقوال مفردة، وتأخذ أهميتها من خلال الأمثلة القابلة للملاحظة، وليس من خلال الاعتبارات النظرية، أما النظريات فإنها عبارة عن نظام من الأقوال التي تستلزم بالضرورة قوانين. فالنظريات تقوم على أسس من القوانين التجريبية، وعلى اعتبارات أخرى مثل: التناسق الداخلي Internal Coherence والبساطة Simplicity والمعقولية Plausibility، التي لا يمكن أنْ تؤخذ كمعايير بالنسبة لقبول القوانين، لأنَّ قبول القانون يعتمد على اختباره بواسطة التجارب والملاحظات.

٣- النظريات أكثر عمومية من القوانين وتعطي تفسيراً لعدد مختلف من الظواهر، أما القوانين فإنها أكثر تحديداً في مداها التطبيقي، وهذا يعني أنَّ النظريات أكثر تجريداً وشكلية من القوانين، وتشير إلى نظام فكري، في حين أنَّ القوانين تشير إلى موجودات وأمثلة ملموسة ومحسوسة.

٤- النظريات تمثل مرحلة أعلى من القوانين في هرميّة البناء الاستدلالي، في حين أنَّ القوانين أدنى من النظريات في هرمية البناء الاستدلالي.

٥- القوانين التجريبية والنظريات تشترك في صفة واحدة هي كونها عرضة للتنقيحات في ضوء الاعتبارات النظرية والتجارب الجديدة.

إنَّ النقطة الأخيرة تثير إشكالاً معرفياً، حيث يصبح القانون فرضية في ضوء الحالات الجديدة. والنظرية كذلك عبارة عن فرض، وبالتالي لا تتمتع النظرية بدرجة قوية من اليقين، تؤهلها لأنْ تكون مقبولة، كما يصبح القانون مرتبطاً بالاحتمالية لأنَّ الفرض غير مؤكد الصدق، وبالتالي لا فرق بين النظرية والقانون من هذه الناحية، لذلك يتوجب علينا لمعرفة ما هي النظرية أنْ نطرح سؤالاً: ترى ما هو الاختلاف بين النظرية والفرضية؟

٣- النظرية والفرضية

يرى (كامبيل) أنَّ كلمتي نظرية وفرضية غالباً ما تستعملان بمعنى واحد متبادل، مثل قولنا نظرية لابلاس السديمية أو فرضية لابلاس السديمية، فالفرضية هي عبارة عن قضية توضع لاعتبار معين، ولا يمكن لأي شيء أنْ يؤكد صدقها أو كذبها حتى تكمُل هذه الاعتبارات، وهكذا تكون الفرضية بالضرورة مرتبطة بالشك أو عدم اليقين.[1] وعليه تكون الفرضية عبارة عن قضية لا يمكن الحكم عليها بالصدق أو الكذب، ما لم تُضَف إليها قضايا أخرى معينة، وكذلك يرى جون كيمني أنَّ الفرضية هي عبارة رياضية يكتنفها الشك حيث يقول: "و ليُسمح لي أنْ اقترح إطلاق تسمية (فرضية)، قاصداً بها عبارة رياضية مُعلّلة نحاول اعتبارها نظرية ممكنة، وسأسمي هذه العبارة (فرضية)، طالما أنَّ الشك يكتنفها، و(نظرية) عندما نكون قد تقبلناها."[2]

والواقع أنَّ تمييز كيمني هذا هو تمييز بين النظريات فقط؛ بين تلك النظريات التي أثبتت قدرة على التعليل، فقبلناها بوصفها نظرية، وتلك التي

1) Campbell, N.: Foundations of Science, (Physics: The Elements), Dover Publications New York, 1957. P. 122.

2) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ترجمة أمين الشريف، المؤسسة الوطنية للطباعة والنشر، بيروت، ١٩٦٥ ص ١٤٤.

لم تثبت بعد هذه القدرة التعليلية فنسميها فرضية ريثما نتثبت منها فنقبلها بوصفها نظرية. لذلك فإنَّ مناقشة أوضح للفرضية وخصائصها نجدها في كتاب الدكتور ياسين خليل (منطق البحث العلمي)، يمكن أن تفيدنا في غرضنا هذا، ألا وهو الوصول إلى معرفة ما هي النظرية، حيث يعرف الدكتور ياسين خليل الفرضية من الوجهة التحليلية بأنَّها: "صيغة لغوية لا تنتمي إلى عالم الأشياء والحوادث، وهذا معناه وجوب التمييز بين المستوى الواقعي الذي هو موضوع بحث العلم، وبين المستوى اللغوي الذي يشمل مجموعة الصيغ والأحكام والمفاهيم والقضايا التي يكونها الباحث عن الواقع. فالفرضية جزء من عالم اللغة والفكر، وليست جزءً من عالَم الوقائع."[1]

ولكن إذا كانت الفرضية عبارةً عن صيغة لغوية، فيجب معرفة اللغة التي تُصاغ بواسطتها هذه الفرضية، وتتم هذه الصياغة حسب نوع الفرضية، ومدى قربها أو بعدها عن عالم الوقائع، ودرجة تجريدها، فهنالك فرضيات تجريبية استقرائية يمكن صياغتها بلغة بسيطة، وهنالك فرضيات استدلالية بعيدة عن عالم الوقائع تتطلب صياغة رياضية رمزية عالية التجريد لذلك "غالبا ما تكون الفرضية على هيئة رمزية لكونها تنتمي إلى لغة رياضية معينة، ولكن ذلك لا يعني أنَّ ترجمة الفرضية إلى لغة رياضية مسألة بسيطة لأنَّ من أولى الشروط هو إعادة صياغة أي افتراض يصل إلى مستوى الفرضية، بطريقة مناسبة، تتفق ومتطلبات اللغة الرياضية التي تتم بها الصياغة."[2]

ثم يذكر الدكتور ياسين خليل بعد ذلك أربع خصائص تميز الفرضية عموماً، سواء من الوجهة التجريبية أو المنطقية وهي:

١- الفرضية قول أو صيغة عامة يطرحها الباحث تحقيقاً لمبدأ الاقتصاد في الفكر، فهي - أيّ الفرضية - صيغة موجزة تعبر عن كثرة وتنوع.

---

1) د. ياسين خليل: منطق البحث العلمي، ص ١٩٤.

2) المصدر السابق: ص ١٩٦.

٢- ليس من الضروري أنْ تكون الفرضية تعميماً استقرائياً دائماً، فهي في بعض الأحوال ليست صيغة يمكن التثبت منها مباشرة بالطرق التجريبية.

٣- يعتمد اختبار الفرضية على ما نشتق منها ومقارنة ذلك بالوقائع، وهذا معناه أنَّ التثبت منها يبقى جزئياً دائماً، ولا يمكن البرهنة على صدقها التجريبي بصورة كاملة وقطعية.

٤- يعتبر طرح الفرضية في العلم من الأمور الضرورية، فهي من ناحية تزود الباحث بالتعليل العلمي (Scientific Explanation) عندما يكون لديه مجموعة من القوانين التجريبية، وهي من ناحية أخرى ذات كفاءة علمية بالتنبؤ بحوادث أو ظواهر في المستقبل، عن طريق ما نشتق منها من قضايا.[1]

وخصائص الفرضية المذكورة سابقاً هي أبرز سمات النظرية العلمية أي أنَّ الدكتور ياسين خليل يوحد بين الفرضية بمعناها وخصائصها السابقة، وبين النظرية، وهو توحيد له ما يبرره من خلال الخصائص الأربع التي ذُكرت للفرضية، ومع ذلك يتوجب الأخذ بنظر الاعتبار ملاحظتين:

١- ليست جميع الفروض نظريات، ما لم يحقق الفرض الشروط السابقة.

٢- إنَّ الفرضية تعني أحياناً قولاً واحداً، وليست نظاماً من الأقوال المترابطة، أي أنَّ الفرضية تصبح نظرية عندما تضاف إليها قضايا أخرى، بحيث يمكننا التحقق من صدق أو كذب اشتقاقاتها.

لقد حاول كامبيل في كتابه "أسس العلم" أنْ يعرّف النظرية بطريق النفي، أي نفي جميع الصفات والأقوال التي تعتبر غير محتواة في مفهوم (نظرية)، وقد اعتبر (ناجل) أنَّ مبحث كامبيل هذا في التعريف عن طريق النفي مبحثاً غير كامل، كما يقول في كتابه "بنية العلم"[2] وحاول ناجل أنْ يعرّف النظرية من خلال مقارنتها بالقوانين التجريبية.

---

1) المصدر السابق: ص ١٩٦ - ١٩٧.

2) Nagle, E.: The Structure of Science, P. 80.

لذلك حاولت أنْ أقدم تعريفاً للنظرية من خلال مقارنتها بالفرضية من جهة، ومن خلال ذكر خصائصها من جهة أخرى، لأنَّ تعريف أي مفهوم لا يتم إلا من خلال ذكر الخصائص المميزة له، ومع ذلك لم يتم الوصول إلى تعريف متكامل للنظرية، لأنَّنا لم نتعرف بعد على بنية النظرية العلمية وطريقة بنائها. ولعل في ذكر إجراءات بناء النظرية العلمية ما يساعدنا على معرفتها بصورة أفضل.

٤ - إجراءات صياغة النظرية

من أجل توضيح معنى النظرية وجعله أكثر دقة، يميز (بيير دوهيم) أربعة إجراءات تُبنى بواسطتها النظرية الفيزيائية وهي: [1]

١- أنْ نختار من بين الخصائص الفيزيائية تلك التي نعتبرها بسيطة، والتي يكون من الممكن أنْ توحد وتربط الخصائص الفيزيائية الأخرى، ثم نجعل الخصائص الأخرى تناظر مجموعة من الرموز الرياضية والأعداد والمقادير من خلال مناهج أو طرق قياسية معينة.

٢- نربط الأنواع المختلفة من المقادير بواسطة عدد قليل من القضايا، التي يمكن أنْ تساعدنا بوصفها مبادئ في استدلالاتنا، هذه المبادئ يمكن أنْ نسميها "فرضيات" وهي لا يمكن لها أنْ تقرر بأية طريقة، علاقات حقيقية بين الخصائص الحقيقية للأشياء، وهذه الفرضيات قد صيغت بطريقة اتفاقية Conventional أو بحرية ولكنها مع ذلك مقيدة بشرط هو خلوها من التناقض المنطقي، سواء أكان هذا التناقض بين حدود الفرضية نفسها أو بين الفرضيات المختلفة للنظرية ذاتها.

٣- إنَّ هذه المبادئ المتعددة أو فرضيات النظرية ترتبط مع بعضها طبقا لقواعد التحليل الرياضي والمنطق الجبري، وهو أحدالشروط التي يجب أنْ يستوفيها المنظِّر في عملية بناء النظرية، والمقادير المستخدمة

---

1) Duhem, P.: The Aim and Structure of Physical Theory, Trans. by P.P. Wiener, Princeton, *New Jersey, 1954, P. 19-20.*

في النظرية ليست وقائع فيزيائية. كما أنَّ المبادئ التي يستخدمها المنظّر في استدلالاته ليست معطاة بوصفها تقريراً لعلاقات حقيقية بين تلك الوقائع، وأنَّ كل ما يحتاجه الباحث هو أنْ تكون قياساته صحيحة وحساباته مضبوطة.

٤- أنَّ النتائج المتعددة المشتقة من الفرضيات يمكن أنْ تترجم إلى أحكام أو قضايا حول خصائص فيزيائية للأشياء، وإنَّ الطرق المناسبة لتعريف وقياس هذه الخصائص تشبه القاموس أو المفتاح، الذي يسمح للباحث أنْ يقوم بعمل هذه الترجمة، ثم نقارن هذه القضايا بالقوانين التجريبية، التي تهدف النظرية إلى تمثيلها. فإذا اتفقت هذه القضايا مع القوانين التجريبية بدرجة تقريبية تناظر الإجراءات القياسية المستخدمة، فإن النظرية تكون قد حققت هدفها، ويمكن أنْ يُقال عنها أنَّها نظرية جيدة، أما إذا لم تستطع النظرية تحقيق ذلك، فيقال عنها أنَّها نظرية رديئة، ويجب عند ذلك أنْ تُعَدّل أو تُرفَض.

وبهذا فإن (دوهيم) يميز أربعة إجراءات في صياغة النظرية الفيزيائية هي:

١- تعريف وقياس المقادير الفيزيائية.

٢- اختيار الفرضيات أو المبادئ.

٣- الصياغة الرياضية للنظرية.

٤- مقارنة النتائج والمشتقات بالتجربة.[1]

بالإضافة إلى ذلك، فإن (دوهيم) يؤكد مسألة التخيل والإبداع التي يقوم بها المنظّر، وخصوصاً في مجال اختيار الفرضيات وصياغتها. وفي ضوء الإجراءات التي تُكوّن بنية النظرية الفيزيائية، يقدم (دوهيم) تعريفاً للنظرية الفيزيائية هو: "أنَّ النظرية الفيزيائية ليست تعليلاً، إنَّها نظام من القضايا الرياضية المستنتجة من عدد قليل من المبادئ التي تهدف إلى أنْ تُمثل،

---

1) لمزيدمن التفصيلات حول النظرية عند (دوهيم) انظر المقدمة التي كتبها (لويس دو بروليه Louis de Broglie) لكتاب دوهيم السابق.

ببساطة وعلى نحو تام ومضبوط، بقدر ما هو ممكن، مجموعة من القوانين التجريبية."[1] أي أنَّ النظرية ليست تمثيلاً أو عرضاً اقتصادياً مكثفاً للقوانين التجريبية، من خلال عدد قليل من الفرضيات المصاغة صياغة رياضية وحسب، بل هي تصنيف لهذه القوانين كذلك.

ويرى (كامبيل) أنَّه يتوجب لمعرفة بنية النظرية الفيزيائية أنْ نميز بين نقطتين هما:

الأولى: نظام البديهيات في النظرية.

الثانية: كيفية تطبيق هذا النظام البديهي على الخبرة.

حيث يرى أنَّ النظرية تربط، وتشتمل على، مجموعة من القضايا أو الأقوال التي يمكن تقسيمها إلى مجموعتين هما:[2]

١- المجموعة الأولى وتتكون من الأقوال التي تدور حول بعض الافكار المترابطة مع بعضها، والتي تميز النظرية، وتسمى بـ"فرضيات" النظرية. وقد أدخل كامبيل في فرضيات النظرية كُلاً من البديهيات والمبرهنات المشتقة منها.

٢- المجموعة الثانية وهي مجموعة الأقوال التي تكون ضمن النظرية، التي سماها كامبيل بـ"القاموس" بالنسبة للفرضيات، حيث أنَّ أقوال القاموس هي التي تربط حدود الفرضيات والأفكار بالأقوال، التي يمكن أن يُقرِّر صدقها أو كذبها بطريقة تجريبية.

وبهذا فإن كامبيل يسير على خطى (دوهيم) في بناء النظرية الفيزيائية، باستثناء اختلافهما في أوجه معينة، وهي أنَّ كامبيل مثلاً يعتبر النموذج Model جزءاً مهماً من بنية النظرية، أما دوهيم فيعتبر النموذج وسيلة مساعدة في بناء النظرية وحسب، وهذا ما سأناقشه في (الفقرة ٩).

ويؤكد كامبيل على أنَّ الباحث حر في اختيار بديهياته، وأنَّ التخيل والإبداع يلعبان دوراً في صياغة النظرية حيث يقول: إنَّ هناك اعتقاداً شائعاً

1) Ibid: P.19
2) Campbell, N.: Foundations of Science, P.122.

بأن القانون هو "عبارة عن شيء موجود فعلاً يكون مخفياً إلى أنْ يكشف عنه المكتشف، أما النظرية فإنها لا توجد بمعزل عن المخترع، وإنَّ ها تخرج إلى الوجود من خلال جهد تصوري."[1]

ويرى أنَّ هذا الادّعاء لا يصمد أمام الاختبار، ذلك "لأنَّ كلاً من النظريات والقوانين تستمد قيمتها الأساسية من انسجامها مع الطبيعة، وكلاهما ينشأ عن عمليات عقلية من النوع نفسه."[2] مع ملاحظة أنَّ هناك مجالاً للتخيل والتصور العلمي واضحاً في صياغة النظريات، أكبر مما هو في صياغة القوانين. ويتجلى دور الخيال والتصور العلمي واضحاً في نظريات آينشتاين، حيث أكد آينشتاين الاستدلالية والإبداع الحر للعقل في صياغة النظريات الفيزيائية، فهو يقول: "إنَّ نظريات علم الطبيعة، هي ابتكارات حرة للعقل البشري، وليست كما قد يظهر، وحيدة ومحدودة تماما بالعالم الخارجي."[3]

وتميز ماري هيس عناصر في منهج آينشتاين في مجال بناء النظريات الفيزيائية واعتماد الطريقة الاستدلالية، ومن هذه عناصر المنهج هذه:[4]

١ - الإشارة إلى أنَّ المبادئ النظرية العامة على الرغم من كونها غير مصاغة بعملية تجريد منطقي من المعطيات الحسية، إلا أنَّها مع ذلك مقترحة أو منبثقة من تلك المعطيات الحسية.

٢ - الاعتقاد أنَّه من الممكن الوصول إلى قوانين عامة صادقة وموحدة باستخدام معيار البساطة.

أما عن علاقة النظرية بالمعطيات الحسية، فيرى آينشتاين أنَّ النظرية ليست مصاغة بواسطة منهج منطقي دقيق فقط، كما أنَّها لا يمكن أنْ تكون مشتقة من المعطيات الحسية بطريقة تجريدية، ولكن مع ذلك هنالك علاقة

---

1) كامبيل نورمان: ما العلم؟ ترجمة: طارق عبد الهادي محمد العاني، مطبعة جامعة بغداد ١٩٨١، ص ٨٣.

2) المصدر السابق ص ٨٣

3) آينشتاين، آلبرت ولوبولد إنفلد: تطور علوم الطبيعة، ترجمة محمد عبد المقصود النادي وعطية عبد السلام عاشور مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ص٢٢ - ٢٣

4) Hesse, M: The Structure of scientific Inference, Macmillan, London, 1974,P.250

جوهرية بين الوقائع والمبادئ، وإنَّ المبادئ يجب أنْ تطرح أو "تقترح من خلال عالم الخبرة نفسه."[1] ولكن آينشتاين يرى في الوقت نفسه أنَّ هنالك مسافة بين النظريات والوقائع، حيث توجد سلسلة معقدة من التفكير الاستدلالي، تعتبر شرطاً ضرورياً لربط النظريات بالوقائع، ويرى أنَّه في صياغة النظريات هنالك شيء ما من الإبداع الحر للعقل الإنساني

إذاً يميز آينشتاين بين عالمين هما :

١- عالم الأنظمة النظرية

٢- عالم الخبرات التجريبية أو الوقائع

أي ذلك التمييز الذي أصبح شَائعاً بين عالمين هما :

١ . عالم العقل و٢ . عالم التجربة.

وبهذا يمكننا تمييز اتجاهين أو طريقتين ضمن بنية النظرية الفيزيائية ذاتها وهما :

الأول: اتجاه استقرائي، يبدأ من عالم الخبرة والتجربة، صعوداً باتجاه النظريات لغرض بنائها.

الثاني: اتجاه استدلالي، يبدأ من عالم النظريات، نزولاً إلى عالم التجربة، لغرض اختبار النظريات من خلال اشتقاقاتها.

ولكن في الاتجاه الاستقرائي الأول، لا يوجد ارتباط منطقي دقيق بين الخبرة والنظرية، بسبب وجود العنصر الإبداعي في صياغة النظرية، وكما يعتقد آينشتاين هو الإبداع الحر للعقل الإنساني أو للمُنَظِّر.

أما في الاتجاه الاستدلالي فإنَّ الخبرة أو عالم التجربة يمثل تحققاً أو تثبتاً من صدق القضايا التي تم اشتقاقها أو استنتاجها من النظرية.

ويذكر الدكتور ياسين خليل ثلاث قواعد في بناء النظرية الفيزيائية عند آينشتاين هي: [2]

القاعدة الأولى: تبدأ المعرفة العلمية بالوقائع، وتنتهي بعد بناء النظريات بالوقائع؛ فالتجربة أساسية في بناء النظريات، والتحقق من صدق اشتقاقها.

---

1) Ibid: P.253

2) د. ياسين خليل: منطق المعرفة العلمية،منشورات الجامعة الليبية، ١٩٧١، ص٧٧ – ٧٨.

القاعدة الثانية: الاستعانة في ظروف معينة بالتجارب العقلية أو النظرية، لكي نعوض عن التجارب الواقعية في مجال التوضيح والنقد.

القاعدة الثالثة: غاية العلم هي صياغة النظرية التي نستطيع بواسطتها تفسير أو شرح أكبر قدر ممكن من الوقائع.

وفي ضوء القواعد الثلاث السابقة، والملاحظات التي طرحتها (ماري هيس) حول منهج آينشتاين في بنية النظرية الفيزيائية، يمكن استخلاص أربع نقاط تعد أساسية ومميزة لمنهج آينشتاين في بناء النظريات العلمية وهي:

١ - إنَّ النظريات غير مشتقة تماما من المعطيات الحسية وليست هي الخلاصة الاستقرائية لهذه المعطيات، ولكنها مع ذلك تطرح في ضوء هذه المعطيات الحسية.

٢ - إنَّ عناصر النظرية يجب أنْ ترتبط فيما بينها بعلاقات رياضية، وعلى هذه العلاقات أنْ تجد لها تفسيراً في الخبرة فيما بعد.

٣ - على النظرية أنْ تتصف بالدقة وقابلية التطبيق والشمول لكافة الجزيئات والأشياء، أي أنْ تتصف النظرية بالعمومية والقدرة على التعليل.

٤ - يجب أنْ تكون النظرية مقتصدة في مقدمتها، أي يجب أنْ تكون مقدماتها أقل عدداً ممكناً سواء أكانت من حيث المفاهيم أو المبادئ، أي ضرورة توافر شرط الاقتصاد.

وعلى نهج آينشتاين في التمييز بين عالم الأنظمة النظرية وعالم الخبرة، أو بين عالم العقل وعالم التجربة، وفي التأكيد على دور الوقائع، مع عدم إغفال دور الإبداع الحر للعقل في صياغة النظرية، وفي اعتماد كلا الطريقتين الاستقرائية والاستدلاليه، سار كثير من المعاصرين في مناقشتهم لبنية النظرية الفيزيائية، ومنهم (كيمني) حيث أكد مع آينشتاين، أنَّ العلم يبدأ بالحقائق وعليه بعد صياغة النظرية أنْ ينتهي بالحقائق، حيث يقوم العالم بالمشاهدات ثم يصف بعد ذلك ما شاهده وما يتوقع مشاهدته في المستقبل؛ أي يقدم بعض التنبؤات بالاستناد إلى نظرياته، ثم يتحقق من صدق تنبؤاته

بمقابلتها بالواقع أو الحقائق. ويمتاز هذا المنهج العلمي، كما يرى (كيمني)، بأنَّه ذو طبيعة دورية لأنَّه يبدأ بالحقائق وينتهي بالحقائق، والحقائق الأخيرة تشكل بداية لدورة أخرى وهكذا. فالعالِم ينظر إلى نظرياته بمنظار تجريبي مؤقت، أي هو مستعد لأنْ يتخلى عنها إذا لم تتفق تنبؤاته مع الوقائع، ويرى (كيمني) أنَّ المنهج العلمي في صياغة النظرية يتكون من خطوات ثلاث هي:

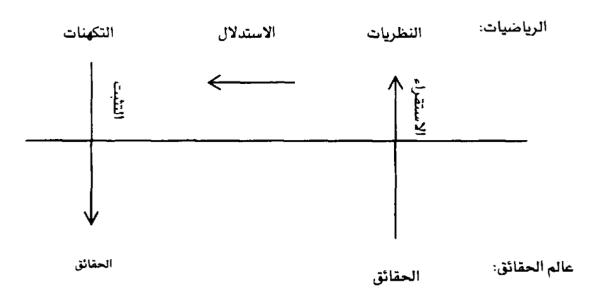
١- الاستقراء

٢- الاستدلال

٣- التثبت[1]

في الخطوة الأولى يبدأ العالم من الحقائق والمشاهدات، ثم يعمم نتائجه لصياغة النظرية، أي تقديم صياغة رياضية تفسر الوقائع ثم يحاول أنْ يستنتج من القوانين العامة تنبؤات، أي أنْ يقوم بالخطوة الثانية وهي الاستدلال أو الاستنتاج، ثم يحاول بعد ذلك التثبت ليتحقق من صدق هذه الاشتقاقات بمقابلتها مع الوقائع مرة أخرى.

ثم يقدم (كيمني) في (ص١٣٤) من كتابه المذكور مخططاً يوضح طريقة صياغة النظرية كالآتي:



1) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ص ١٣٥.

ويمثل الخط الأفقي حداً فاصلاً بين عالم التجربة والحقائق وعالم النظريات والرياضيات، وهكذا يفصل (كيمني) بين عالمين، عالم التجربة وعالم العقل، أو كما يسميها (كيمني) عالم الحياة اليومية وعالم النظريات والمعادلات الرياضية، إلا أنَّه يصلهما بسلسلة استنتاجيه على طريقة آينشتاين. كما يؤكد دور كل من الطريقة الاستقرائية والاستدلاليه في صياغة النظريات، تماماً كما فعل آينشتاين. وهكذا تكون أفكار الكثير من المعاصرين في مجال صياغة النظرية الفيزيائية صدى لآراء وأفكار ومنهج آينشتاين.

ولا يكاد يختلف رأي برجمان في صياغة النظرية الفيزيائية عن معاصريه، باستثناء تأكيده على ضرورة ربط رموز المعادلات الرياضية في النظرية بالوقائع والكميات المقاسة بطريقة إجرائية، بواسطة ما سماه بـ(النص Text) حيث يرى برجمان أنَّ الفيزيائي النظري عندما يضع نظرية رياضية لبعض الظواهر الفيزيائية، فإنه يتوجب عليه القيام بعملين هما: (١)

١- تقديم مجموعة من المعادلات التي تحتوي وصفاً أو مخططاً لسلوك الظاهرة، وهذه المعادلات يجب تطبيقها على الظواهر. وبما أنَّ هذه المعادلات هي عبارة عن صيغ رياضية مصاغة بطريقة رمزية، لذلك نحتاج كي نربط هذه الصيغ الرمزية بالوقائع إلى:

٢- النص – وهو عبارةٌ عن مجموعة من الأقوال التي تعطي معنى إجرائياً لكل رمز من رموز المعادلة، ويخبرنا كذلك كيف نعزو عدداً ما إلى الرمز بواسطة عمليات القياس. وبدون النص تصبح المعادلة خالية من المعنى من الناحية الإجرائية. وهكذا فإنَّ النص يخبرنا بأهمية المعادلات وكيفية استخدامها. وهذا يعني أنْ يتم ربط النظرية بما تحتويه من مجموعة المعادلات بعالم الوقائع بواسطة النص.

ويقدم (برجمان) مثالاً على ذلك نظريَّةً رياضيةً عن سقوط جسم تحت تأثير فعل الجاذبية، حيث تكون لدينا المعادلة: $v/t = g$ ويرى برجمان أنَّنا يجب أنْ نلحق هذه المعادلة بنص يقول إنَّ:

---

1) Bridgman, P.W.: The Nature of Physical Theory, John Wiley and Son's, Inc. New York, 1964. P.59.

v هو عدد يصف خصيصة للجسم المتحرك، الذي يمكن الحصول عليه بواسطة نوع معين من عمليات القياس.

t هو الزمن الذي نحصل عليه بواسطة نوع آخر من عمليات القياس.

ويرى برجمان أنَّ المعادلة بهذه الصورة تُقرر بواسطة إجراءات رياضية نظاماً من الأعداد أو الكميات وأنَّ المعالجات الفيزيائية هنا ضرورية، وخصوصا في عملية تحويل الرموز إلى عمليات قياس وأعداد[1]. وبهذا يمكن تحديد وظائف متعددة للنص هي:

- أنْ يصف النص طبيعة عمليات القياس والقيم العددية المحصلة منها.
- "لا يجب على النص أنْ يصَف طبيعة العملية القياسية وحسب، بل يجب عليه أيضاً أنْ يحدد الارتباط بين الرموز المختلفة في المعادلة."[2]
- "قد يمكننا النصمن أنْ نختار من نتائج المعالجة الرياضية واحدة تكون لها أهمية مناسبة."[3]
- على النص "أنْ يخبرنا كيف نضع تطابقا بين الأعداد المعطاة بواسطة المعادلة، والأعداد المحصلة بواسطة معالجات النظام الفيزيائي."[4]

وقد تعرضت وجهة نظر برجمان هذه في بناء النظريات الفيزيائية إلى انتقاد من قبل لندساي، الذي يرى أنَّ النظرية الفيزيائية هي مجرد محاولة لوصف حقل معين من الظواهر، وأنَّ المنهج المعتاد في صياغتها هو:

١- البدء بمفاهيم حدسية معينة، يتعذر تعريفها بصورة منطقية مباشرة، أي أن تبدأ النظرية بمجموعة قليلة من الأوليات أو المفاهيم غير المعرفة، والتي يتم اختيارها بطريقة اتفاقية تخدم هدف الباحث وغرض الدراسة.

٢- من هذه المفاهيم الأولية تبدأ عملية بناء مفاهيم أخرى أكثر إحكاماً وتعقيداً.

1) Ibid: P.59.
2) Ibid: P.59.
3) Ibid: P.60.
4) Ibid: P.60.

٣- تـتم عمليـه البنـاء بواسـطة منـاهج بديهيـة خالـصة Purely Postulational Methods.[١]

٤- الخطوة الأخرى، هي وضع علاقات تربط بين هذه الأبنية أو المفاهيم، مثل العلاقة التي تربط الكتلة بالتعجيل، والتي تمثل قانون القوة. حيث ان:

ق = ك × ع

٥- بعد ذلك تأتي عملية القيام بالاستدلالات المنطقية، بواسطة معالجات رياضية مناسبة للعلاقات بين الكميات، التي تكون قابلة للاختبار والقياس في المختبر، فاذا كانت هذه العلاقات عامة على نحو كاف فإنها تسمى قوانين فيزيائية، "مثل قانون السقوط الحر للأجسام".

ز = ١\٢ ع ن٢

ز = الازاحة، ع = التعجيل، ن = الزمن

٦- الخطوة الأخيرة هي مرحلة الاختبار التجريبي للتحقق من صدق أو كذب القانون.[٢]

ويقدم (لندساي) مثالاً على ذلك من الميكانيك؛ حيث يتم اختيار بعض المفاهيم الأولية غير المعرفة، مثل، الزمان والمكان، وبواسطة المفاهيم الأولية يتم بناء مفاهيم أكثر تعقيداً كالسرعة والتعجيل، إنَّ هذه المفاهيم وإنْ تم اكتسابها من الخبرة ثم دخلت الصياغة النظرية من خلال إجراءات مختبرية، إلا أنّ (لندساي) يرى وجود عنصر ما من الاختيار الاتفاقي في بناء المفاهيم

---

1) Lindsay, R.B.: Critique of Operationalism in Physics, Phil. Sci: Vol. 4, 1937. P.459.

وأود الإشارة الى أنَّ لندساي قد غير موقفه عام (١٩٥٤) بشأن التأكيد على الصياغة النظرية والتعريفات البنائية للمفاهيم التي طرحها عام (١٩٣٧)، لأنَّه في الفترة الأخيرة طرح بعض الأفكار التي تعبر عن تأثر واضح بآراء هنري مارجينو، حيث يرى ليندساي أنَّه بعد البدء بمفاهيم أولية غير معرفة، نتقدم نحو بناء مفاهيم أخرى "تدخل في تعريفها كلتا الميزتين المعرفية (الاجرائية) والبنائية (النظرية)"، ويرى أنَّ أوجه التعريف هذه قد وضعت من قبل هنري مارجينو ووضحت تماماً ولا تحتاج إلى تفصيل أو توضيح، انظر بشأن ذلك

Lindsay, R.B.: Operationalism in Physics, In The Validation of Scientific Theories, Ed. By Frank, Ph. The Bacon press, Boston,1956.P.71.

2) Lindsay, R.B.: Operationalism in Physics, P.70-71.

والنظريات، حيث يتم بناء المفاهيم التي تفيد في تقديم الوصف الفيزيائي للظواهر، وإنْ لم تكن متطابقة تماماً مع الخبرة. ويؤكد هنا على أنَّ "الحدس، والتخيل الحر، يلعبان هنا دوراً أكثر مما يفترض لهما في بعض الأحيان."[1]

وبهذا فإن لندساي يرى أنَّ عملية بناء المفاهيم وتخصيص رموز لها هو استمرار لعملية بناء النظرية، بافتراض وجود علاقات رياضية معينة بين هذه الرموز، وهي على الأغلب علاقات رياضية مطروحة بصيغة معادلات تفاضلية. وبعد ذلك يأتي مطلب تطبيق البديهيات على الأجزاء الأولية للخبرة، كما أنَّ العلاقات بين الرموز تمثل كميات قابلة للقياس على نحو فعلي، وهذه العلاقات التي تربط بين الرموز هي ما يطلق عليها في الاصطلاح العلمي اسم القوانين، أي أنَّ لندساي يميز في النظريات الفيزيائية بين:

أ- مبادئ مفترضة

ب- قوانين مشتقة

و إنَّ القوانين المشتقة هي التي تقدم وصفاً مباشراً للظواهر، ولذلك يجب أنْ تكون بلغة كميات مطابقة لإجراءات مختبرية معينة. ولكن هذا الشرط لا يعد ضرورياً على الإطلاق بالنسبة للرموز الداخلة في المبادئ الافتراضية.[2] ولقد حاول برجمان أنْ يجعل هذه الرموز في المبادئ الافتراضية مطابقة لمجموعة من الإجراءات، وهي إجراءات القلم والورقة، أو الإجراءات العقلية الرمزية. وسأناقش مسألة تعريف الحدود النظرية في الفقرة التالية.

ويظهر مما سبق أنَّ دراسة إجراءات بناء النظرية الفيزيائية لم تقدم لنا تعريفاً كاملاً للنظرية، بل وضحت لنا الطرق التي تتم بها صياغة النظرية، ولنتعرف الآن على مكونات النظرية بغية استكمال تعريفها.

٥ - مكونات النظرية

تتكون النظرية الفيزيائية حسب آراء دوهيم السابقة والتي طرحت في (الفقرة ٤) مما يلي:

---

1) Lindsay, R. B.: Critique of Operationalism in Physics, P.459.
2) Ibid: P.460.

١- نظام من البديهيات أو الافتراضات يقرر علاقات بين حدود معينة.

٢- مجموعة قواعد تربط بعض حدود النظام البديهي بالمقادير التي تقرر بصورة تجريبية.

٣- نموذج يربط النظام البديهي المفسر أو المترجم إلى لغة الواقع.

ولكن تجدر الإشارة إلى أنَّ النموذج هنا لا يعد جزءاً أساسياً في البناء المنطقي للنظرية، ذلك لأنَّ نظام البديهيات ومجموعة القواعد التي تربط حدودها بالمقادير التجريبية كافيان لاستنتاج القوانين التجريبية التي تمثلها النظرية، وهكذا لا يكون للنموذج دور مهم في عملية التنبؤ والاشتقاق، بل له قيمة من ناحية الحل (Heuristic)[1]، حيث يسهم بإضافة قوانين تجريبية، إلا أنَّه غير ضروري في عملية بناء النظرية أو التعليلات التي تقدم من قبلها، فهو عبارة عن وسيلة مساعدة وحسب. وسوف أناقش دور النموذج والمماثلة في المبحث الثاني في (الفقرتين ٩، ١٠).

ومن الأمثلة التي تنطبق على مكونات النظرية عند دوهيم، هي النظرية الحركية للغازات Kinetic Theory of gases حيث نجد فيها:

١ - مجموعة البديهيات التي تقرر علاقات بين حدود مثل: الجزيئات، السرعة، الكتلة، وهذه البديهيات مصاغة صياغة رياضية وترتبط بالخبرة من خلال مفهوم الجذر التربيعي لسرعة جميع الجزيئات.

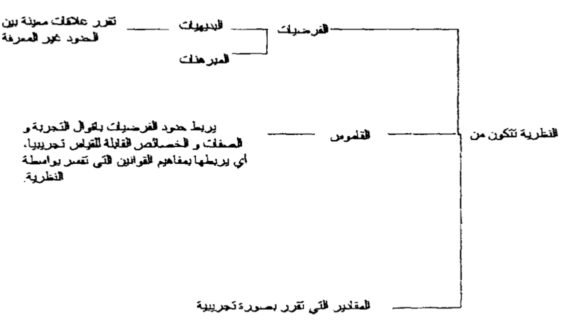
٢ - مجموعة قواعد تربط الجذر التربيعي للسرعة بمفاهيم يمكن قياسها وتقريرها بواسطة إجراءات تجريبية مثل: ضغط الغاز ودرجة حرارة الغاز.

٣ - مجموعة القوانين التي تربط هذه المفاهيم بعلاقات منتظمة، مثل قانون بويل الذي يربط ضغط الغاز بحجمه.

أما مكونات النظرية عند كامبيل فيمكن توضيحها بالمخطط التالي:

---

1) Duhem,P.: The Aim and Structure of Physical Theory,P. 93.



ويرى كامبيل أنَّ للنظير (Analogy) دوراً أساسياً في صياغة النظرية من خلال التفسيرات التي تطرح في القاموس، حيث يقول عن النظير: إنَّه "جزء أساسي في النظريات."(١) وسأناقش فيما بعد كيفية ارتباط الحدود النظرية بالتجربة من خلال القاموس.

والآن ما هي مكونات النظرية عند آرنست ناجل؟ يميز ناجل ثلاثة مكونات أساسية في النظرية هي: (٢)

١ - حساب صوري، ويعني به الهيكل المنطقي للنظام التعليلي الذي تكون فيه التعريفات الضمنية هي الأفكار الأساسية في النظام.

٢ - مجموعة من القواعد التي تعين محتويات تجريبية للحساب الصوري، من خلال ربط هذه الصيغ الصورية بالأشياء الملموسة في حقل الملاحظة والتجربة المخبرية.

٣ - تفسير أو نموذج للحساب الصوري، الذي يجهز أو يزود البنية الهيكلية ببعض الفوائد وبلغة أشياء مادية أو تصورية واضحة ومألوفة.

وفي ضوء مناقشة (ناجل) هذه لبنية النظرية الفيزيائية، ومكوناتها الأساسية تقدم (ماري هيس) خمسة مقومات أساسية للنظام العلمي الاستدلالي، توضح تماماً مكونات النظريات وهي: (٣)

---

1) Campbell, N.: Foundations of Science, P.129.
2) Nagel, E.: The Structure of Science, P.90.
3) Hesse, M.: Laws and Theories, Ency. Phil, Vol. 4, P.406.

١ - الحساب الصوري أو الجهاز الاستدلالي دون أي تفسير، كما في معادلات ميكانيكا الموجة ومترتباتها.

٢ - التفسير المعد أو المطلوب لهذا الحساب الذي يسمى عادة نظرية، مع الإشارة إلى ما هو غير قابل للملاحظة على الأقل ظاهرياً أو بديهياً.

٣ - قواعد التطابق التي تربط بعض - وليس بالضرورة كل - حدود الحساب الصوري أو التفسير بحدود تشير إلى ما هو قابل للملاحظة.

٤ - القوانين التجريبية والتي هي استنتاجات أو نتائج استدلالية للحساب الصوري، وقواعد التطابق مأخوذة أو مستنتجة من التفسير المعد وقواعد التطابق معاً، هذه القوانين التجريبية يتم التثبت منها بواسطة أمثلة قابلة للملاحظة.

٥ - تفسير آخر للحساب الصوري بصيغة نموذج أو نماذج، والتي قد تكون مختلفة عن التفسير المعد المذكور في النقطة الثانية.

وقد قسم (كارل همبل) مكونات النظرية إلى قسمين، حيث يرى أنَّ صياغة النظرية تتطلب نوعين من المبادئ هما:

١ - المبادئ الكامنة Internal Principles وهي مجموعة المبادئ التي تميز تلك العمليات والكيانات المتضمنة في النظرية والقوانين التي يفترض التثبت منها.

٢ - المبادئ الرابطة Bridge Principles ويميز هذا النوع كيف تصور النظرية تلك العمليات المرتبطة بالظواهر التجريبية التي درسها الباحث سابقاً، والتي قد تفسرها النظرية أو تتنبأ بها أو تعيد ترتيبها.[1]

أيّ أنَّ المبادئ الرابطة تقوم بربط ما هو مفترض نظرياً بما يمكن ملاحظته وقياسه بصورة مباشرة، أي بتعبير آخر تقوم مقام القاموس عند (كامبيل). ويرى (همبل) أنَّ المبادئ الكامنة هي التي تعطي للنظرية القوة

---

1) Hemple. C.: Philosophy of Natural Sciences, Prentic, Hall, W.C. Englewood, Cliffs N. J. New York, 1966 P. 72.

التعليلية - التنبؤية، في حين أنَّ المبادئ الرابطة تعطي للنظرية قابلية الاختبار، ومن دونها تكون النظرية غير قابلة لأنْ تختبر ولا يمكن التأكد من صحتها.[1]

يمكن أنْ نستنتج من دراسة بنية ومكنونات النظرية الفيزيائية عند كل من (دوهيم وكامبيل وآينشتاين وناجل وبرجمان وهمبل وهيس)، أنَّ هنالك اتفاقاً فيما بينهم على التمييز بين:

أولاً: مجموعة أقوال الملاحظة

ثانياً: مجموعة الأقوال النظرية

إنَّ هذا التقسيم غير منحصر في دراسات العلماء وفلاسفة العلم السابقين، الذين ذكرتهم أعلاه، بل نجده كذلك عند بريثويت R.B. Braithwaite، فهو يميز بين قضايا أو أقوال تتضمن حدوداً قابلة للملاحظة، كالحدود والمفاهيم القابلة للقياس بأدوات معينة أو مؤشر عداد ويكون لها معنى مباشر، وقضايا تتضمن مفاهيم نظرية مثل الإلكترون أو حقل القوة التي لا يتحدد معناها بصورة مباشرة، بل على نحو غير مباشر.[2]

وكذلك نورثروب F.S.C. Northrop الذي يقسم المفاهيم إلى مفاهيم قابلة للملاحظة، ويسميها مفاهيم بواسطة الحدس، ومفاهيم يسميها مفاهيم مسلم بها أو بديهيات.[3]

أما هنري مارجينو فإنّه يسمي مفاهيم الملاحظة بالمفاهيم الوصفية، والمفاهيم النظرية يسميها أبنية.[4]

وكان برجمان قد استخدم كلمة "بناء Construct" في كتابه (منطق الفيزياء الحديثة) الصادر عام (١٩٢٧) ليدلل بها على المفاهيم النظرية والمسلم بها، حيث يعتبر الذرة مثلاً بناءً، لأنَّها مفهوم لا يمكن تجربته أو اختباره بصورة مباشرة، وأنَّ وجودها استنتاجي تماما، فهي اختراع خالص

---

1) Ibid: P. 74.
2) Braithwaite, R.B.: Scientific Explanation, The University Press, Cambridge, 1968, P.51.
3) Northrop, F.S.C.: The logic of Science and Humanities, Macmillan, New York, 1957, P. 82 – 83.
4) Margenau, H.: The Nature of Physical Reality, P.44.

كما يقول برجمان ويرى أنَّ للأبنية فائدة كبيرة في عملية التنظير، لكن استعمالها بثقة أكثر مما يجب لا يخلو من المخاطر،[1] ذلك لأنَّ الفيزياء علم تجريبي، ويجب أنْ تكون قضاياه مرتبطة بالخبرة، كي تتمكن من تفسير الظواهر الطبيعية.

وكذلك نجد هذا التمييز عند رامزي F.P. Ramsey الذي يميز بين نظام أولي يمثل معطيات الحس، ونظام ثانوي نظري.[2] ويرى رامزي أن تعريف الحدود النظرية يتم بواسطة قاموس، ولكن مع ملاحظة أن بعض قضايا النظام الثانوي أو النظري ليس لها تعريف مباشر.[3]

وفي ضوء ما تقدم يمكن تقسيم مكونات النظرية من حيث المفاهيم، وعلاقتها بالتجربة إلى ثلاثة مكونات أساسية هي:

١- أقوال الملاحظة: وهي على اختلاف تسمياتها عند العلماء والفلاسفة والباحثين، سواء أكانت معطيات حسية أو نظاماً أولياً أو مفاهيم وصفية... فإنها باختصار أقوال تتضمن صفات الملاحظة، التي هي استنتاجات تجريبية مباشرة. هذه الأقوال هي عبارة عن مفاهيم وصفية تصف الخبرة مباشرة، وتكون قابلة للقياس لذلك يكون بالإمكان التحقق من صدقها أو كذبها بصورة مباشرة، من خلال مطابقتها لإجراءات تجريبية مختبرية معينة، لذلك فإن معيار صدق هذه الأقوال يكون مستقلاً عن النظرية. وأقوال الملاحظة هذه تفيد في بناء النظرية أولاً، ثم تفيد ثانياً في اختبار صحة النظرية من خلال قواعد التطابق.

٢- الأقوال النظرية: وهي أيضاً على اختلاف تسمياتها عند العلماء والفلاسفة والباحثين سواء أكانت مبادئ كامنة أو حساباً صورياً، أو مجموعة افتراضية مسلماً بها، أو نظاماً ثانوياً أو أبنية أو مفاهيم

---

1) Bridgman, P. W: The Logic of Modern Physics, P.60.
2) Ramsey, F.P.: The Foundations of Mathematics, Routledge and Kegan Paul LTD, London, 1954, P.212 – 214.
3) Ibid: P. 215.

نظرية، فإنَّها باختصار تتضمن صفات نظرية لا يمكن استنتاجها من التجربة بطريقة مباشرة، وتتضمن بعض المفاهيم التي هي من الإبداع الحر للعقل الباحث، لذلك فإنَّ هذه الأقوال النظرية لا يمكن التثبت من صدقها أو كذبها بصورة مباشرة، كما هو الحال في أقوال الملاحظة، وإنما يتم ذلك عن طريق ارتباطها بأقوال الملاحظة بطريقة غير مباشرة، أو تعريفها على نحو ضمني. وسأناقش مسألة التعريف فيما بعد الفقرة ٦. أي أنَّ معيار صدق أو كذب الأقوال النظرية يعتمد على تطبيقها على الملاحظة من خلال قواعد التطابق أو القاموس.

٣- قواعد التطابق (القاموس): وهي على اختلاف تسميتها، سواء أكانت قاموساً أو مبادئ رابطة، أو قواعد تحويل أو نصاً، فإنها تعني مجموعة القواعد التي تلعب دور الربط؛ حيث تقوم بربط الأفكار الافتراضية، أو المفاهيم النظرية بمفاهيم الملاحظة التي يمكن اختبارها وقياسها على نحو مباشر، مثل مفهوم الطول، والفترة الزمنية، والوزن،.....، وبهذا فإن قواعد التطابق (القاموس) تمكننا من اختبار صحة الأقوال النظرية من خلال ربطها بأقوال الملاحظة والوقائع.

وإذا كان معظم فلاسفة العلم متفقين على التقسيم السابق لمكونات النظرية، فإن الاختلافات تنشأ من مناقشة السؤالين التاليين وهما :

أولاً: كيف تقوم قواعد التطابق أو القاموس بربط المفاهيم النظرية بأقوال الملاحظة؟

ثانيا: هل إنَّ جميع المفاهيم النظرية قابلة لمثل هذا الربط؟

٦ - المفاهيم النظرية والخبرة وقواعد التطابق

يبدو مما سبق أنَّ ليس هنالك خلافاً حول كون أقوال الملاحظة يمكن التأكد من صدقها أو كذبها بصورة مباشرة، وعلى نحو صريح وواضح من خلال مطابقتها، أو عدم مطابقتها للخبرة، ولكن الخلاف ينشأ من وجود بعض الحدود أو المفاهيم النظرية التي لا يمكن تعريفها تعريفاً واضحاً، ولا يمكن ربطها بالخبرة بصورة مباشرة، لأنَّهذه المفاهيم التي تظهر في الحساب

الصوري للنظرية هي عبارة عن مفاهيم غير معرفة ولا يشترط ربط كل مفهوم من هذه المفاهيم أو كل حد افتراضي بما هو قابل للاختبار بصورة تجريبية من خلال قواعد التطابق، ولكن يمكن ربطها بالتجربة بطريقة غير مباشرة، أي بتعريفها تعريفاً ضمنياً بواسطة بديهيات النظرية وعلاقتها ببعضها، فإذا كانت لدينا مفاهيم مثل ا، ب، جـ، د، هـ وكانت المفاهيم ا، ب، جـ فقط لها علاقة بالتجربة والملاحظة من خلال ارتباطها بالقاموس، وإنَّ المفهومين د، هـ غير مرتبطين بالقاموس فإنه يمكن مع ذلك ربط هذه المفاهيم بالتجربة بطريقة غير مباشرة من خلال علاقتها بالمفاهيم ا، ب، جـ المرتبطة بالتجربة، أي بتعريفها تعريفاً ضمنياً، ومن المفاهيم المُعَرَّفة تعريفاً ضمنياً في النظرية الحركية للغازات، مفهوم السرعة لجزيئة مفردة، ذلك لأنَّ الحدود الافتراضية للنظرية تقرر علاقات بين الكتل والسرعات للجزيئات، لكن ليس هنالك ارتباط من خلال قواعد التطابق أو القاموس لسرعة جزيئة مفردة بمفاهيم تجريبية مثل ضغط الغاز مع ذلك فإن مفهوم السرعة لجزيئة مفردة يمكن أنْ يرتبط بأقوال الملاحظة من خلال ارتباطه بمفهوم الجذر التربيعي لسرعة الجزيئات والجذر التربيعي للسرعات كافة، الذي يرتبط بدوره من خلال قواعد التطابق أو القاموس بمفاهيم قابلة للقياس مثل حرارة الغاز وضغط الغاز.

ويرى (ناجل) أنَّ لقواعد التطابق، التي تقوم بربط الافتراضات النظرية بأقوال الملاحظة التي يمكن اختبارها تجريبياً وبصورة مباشرة، تسميات متعددة عند فلاسفة العلم، حيث يطلق عليها برجمان التعريفات الإجرائية، ويسميها رايخنباخ باسم التعريفات الاحداثية، وهي عند كارنب تحت اسم القواعد السيمانطيقية، ويسميها مارجينو قواعد التطابق أو الارتباطات المعرفية، وتحمل عند نورثروب اسم قواعد التفسير.(1)

بالنسبة لبرجمان فإنَّ أقوال الملاحظة والمفاهيم التجريبية يمكن تعريفها بطريقة إجرائية بواسطة إجراءات القياس المختبرية، أما بالنسبة للمفاهيم

---

1) Nagel, E.: The Structure of Science, P. 93.

النظرية فإنَّها يجب أنْ تعرّف أيضاً بطريقة إجرائية ولكن لا يشترط فيها بالضرورة مطابقة لإجراءات أداتية مختبرية، بل لما سماه برجمان إجراءات القلم والورقة، أو الإجراءات الرياضية الرمزية، ولكن على هذه المفاهيم أنْ ترتبط بالخبرة، وهنا أكد برجمان أكثر من مرة على أنَّ هذه المفاهيم النظرية التي يلعب فيها الإبداع الحر لعقل المنظِّر دوراً مهماً، وتتم صياغتها بواسطة تجارب عقلية، أكد على وجوب انطباقها مع عالم الخبرة والإجراءات الأداتية الفيزيائية ولو على نحو غير مباشر.[1]

لقد اتخذ برجمان موقفه هذا من المفاهيم النظرية منذ عام (1936) وما بعد، خصوصاً بعد النقد الذي تعرضت له الإجرائية، والذي يؤكد على عدم وجوب الربط المباشر بين المفاهيم النظرية وعمليات وإجراءات القياس المباشرة، حيث يقول لندساي: "ليست جميع الكميات الداخلة في المعادلات المختبرية، والتي تكون القوانين الفيزيائية، هي كميات قابلة للقياس على نحو مباشر."[2]

مثال على ذلك القانون: حركة الأجسام الساقطة سقوطاً حراً والذي ينص على أنَّ:

ز = 1\2 ع ن^{2}

حيث ان

ز = الإزاحة، ع = التعجيل، ن = الفترة الزمنية

ويرى (لندساي) هنا أنَّ الكمية (ع) لا تكتسب معناها من خلال أي قياس مباشر، ولكنها تأخذ معناها منخلال ظهورها في صيغة رياضية، ويمكن استخدام هذه الصيغة الرياضية لحساب قيمة (ع).

وقد أكد برجمان أكثر من مرة أنَّ ربط الإجراءات الرياضية (إجراءات القلم والورقة) بالإجراءات الفيزيائية (الأداتية)، عملية ضرورية، وإنْ كانت بطريقة غير مباشرة، ثم أكد أيضاً على أنَّ هذه الارتباطات غير المباشرة، هي

1) Bridgman, P. W.: The Nature of Some of our Physical Concepts, Philosophy Library, New York, 1952 P. 10.
2) Lindsay, R. B.: Critique of Operationalism in Physics, P. 460.

التي يقصد بها الارتباط من خلال معادلات رياضية، حيث يقول: أنَّ "ما أعنيه بقولي ارتباطاً غير مباشر هو الارتباط من خلال المعادلات."(١) مثال على ذلك (دالة الموجة Ψ Psi-Function) في الميكانيك التموجي، هي أولاً بناء خالص للفيزيائي النظري، ولكنها ترتبط من خلال إجراءات رياضية، هي إجراءات التكامل، بكثافة الشحنة الكهربائية، التي لها أهمية أداتية،(٢) وإنَّ عملية الربط هذه تتم كما يرى برجمان بواسطة (النص) الذي ناقشت وظائفه ودوره في بناء النظرية في (الفقرة 4). وتعدآراء برجمان هذه تعديلاً وتكملة لتلك الآراء التي طرحها عام (1936) في كتابه "طبيعة النظرية الفيزيائية".

كما أن لندساي نفسه قد غير آراءه كذلك، وخصوصاً في مقاله (الإجرائية في الفيزياء) الذي شارك به عام (1954) في الندوة المنعقدة في أمريكا حول (الحالة الراهنة للاجرائية)، حيث يرى أنَّ الإجرائية تدخل للنظرية الفيزيائية من ناحيتين مهمتين هما: (٣)

1 - مستوى الإجراءات الأداتية، وفيه مرحلتان:

ا - في التعريف المناسب والمفيد للمفاهيم الأداتية لوصف الخبرة الفيزيائية.

ب - في الاختبار والفحص المختبري لنتائج بديهيات النظرية المعبر عنها بلغة علاقات تربط هذه المفاهيم.

2 - مستوى إجراءات القلم والورقة، وفيه مرحلتان أيضاً:

ا - في دخول الأبنية النظرية مثل السرعة لأي جزئ مفرد في النظرية الحركية للغازات، أو سرعة إلكترون مفرد في النظرية الذرية، أو في حالة دالة الموجة Ψ في ميكانيكا الكم.

ب - تدخل في بديهيات أو فرضيات النظرية التي تطرح من خلال التجربة، والتي تحتوي في التحليل النهائي وبصورة جوهرية على إبداعات حرة للعقل الإنساني.

---

1) Bridgman, P. W.: Reflections of a Physicist, Philosophical Library, New York, 1955, P. 166.
2) Ibid: P. 166.
3) Lindsay, R. B.: Operationalism in Physics, P. 71.

وأودأن أذكر هنا تمييزاً دقيقاً حول علاقة المفاهيم النظرية بالتجربة، يتلخص في نقطتين هما:

١ - من ناحية بناء النظرية: نبدأ من الوقائع، إلا أنّنا نرتقي إلى مراحل أكثر تجريداً وبعداً عن الوقائع، حيث يلعب الإبداع الحر والتخيل العلمي دوراً في صياغة بعض المفاهيم، لذلك فإنَّ النظرية قد تحوي بعض المفاهيم التي لم تتم ملاحظتها تجريبياً (مفاهيم نظرية)، ولكنها تصاغ في ضوء معطيات الخبرة، ذلك لأنَّ صياغة النظرية ليست تعميماً استقرائياً من الخبرة، وتعرف هذه المفاهيم بواسطة التعريف الضمني.

2 - من ناحية الاشتقاقات أو التثبت من النظرية: إنَّ النتائج المنطقية النظرية قد تحتوي على مفاهيم يمكن أنْ تُربط بأقوال الملاحظة من خلال قواعد التطابق، ويمكن التحقق من صدقها أو كذبها مباشرة، وقد تحتوي على مفاهيم لا يمكن ربطها بأقوال الملاحظة من خلال قواعد التطابق مباشرة، بل يتم ذلك من خلال ارتباطها بمفاهيم وافتراضات سبق لها أنْ ارتبطت بالخبرة من خلال قواعد التطابق، فيمكننا عندئذ التحقق من صدقها أو كذبها ولكن بصورة غير مباشرة.

ما أردت التأكيد عليه هو أنَّ مسألة ربط المفاهيم النظرية بالخبرة محصورة في النقطة الثانية فقط، أي بمحاولة معالجة المترتبات المنطقية للنظرية الفيزيائية، ذلك لأنَّ النظرية الفيزيائية تؤخذ من هنا بوصفها أداة للتعليل والتنبؤ لذلك يجب اختبار قوة تعليلاتها وصحة تنبؤاتها، من خلال ترجمة أقوالها إلى عالم الملاحظة والتجارب سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

وبعد معرفة مكونات النظرية وعناصر بنائها يتوجب علينا معرفة الشروط التي يجب استيفائها عند صياغة النظريات لكي يكتمل تعريف النظرية.

7 - شروط بناء النظرية

يذكر كارل بوبر أربعة شروط أو معايير، يجب توافرها في بناء النظريات العلمية كالاستقلال Independence، والكفاية Sufficient، والخلو من التناقض Free from Contradiction والضرورة Necessary.(١)

وقد ذكر الدكتور ياسين خليل هذه الشروط الأربعة بتوضيح أكبر في كتابه (منطق المعرفة العلمية)، وسأوردها نصاً لفائدتها في هذا المجال وهي:

"المعيار الأول: (عدم التناقض) يجب أنْ تكون النظرية خالية من التناقض، بمعنى أنْ لا يسمح لكل قضية أنْ تكون مشتقة منها، وإذا ما وجد تناقض في جزء من النظرية فمن الضروري استبداله بجزء آخر، بحيث تسمح النظرية للقضايا التي تنتمي إليها أنْ تكون مشتقة منها فقط.

المعيار الثاني: (الاستقلال) يجب أنْ تكون البديهيات أو القوانين الأساسية للنظرية مستقلة الواحدة عن الأخرى، بحيث لا يمكن البرهنة على بديهية أو أكثر بواسطة البديهيات المتبقية، وإذا وجدت قضية افترض فيها أنْ تكون مقدمة أساسية غير مستقلة، فمن الضروري اعتبارها قضية مشتقة، وليس بديهية.

المعيار الثالث: (الكفاية) يجب أنْ تكون البديهيات أو القوانين الأساسية كافية، فلا تحتاج إلى مقدمات أخرى للبرهنة على قضايا كان من المفروض أنْ تُبَرْهن بواسطة البديهيات، وبعبارة أخرى تكون البديهيات كافية لاشتقاق جميع القضايا المنتمية للنظرية.

المعيار الرابع: (الضرورية) يجب أنْ تكون جميع البديهيات أو القوانين الأساسية ضرورية بمعنى أنْ لا تحتوي على فرضيات أو قضايا يمكن الاستغناء عنها نهائياً، فإذا صادف وجود قضية في النظام واستغنى الباحث عنها ولم تؤثر على النتائج المشتقة، وبقيت النظرية مستوفية للشروط السابقة، كانت هذه القضية غير ضرورية."(٢)

---

1) Popper. K.: The Logic of Scientific Discovery, Science Edition, Inc, New York, 1961, P.71-72.

2) د. ياسين خليل: منطق المعرفة العلمية، ص ٢١٤.

ونلاحظ من تفحص هذه الشروط الأربعة أنها لا تعد شروطاً لبناء النظرية من البداية وحتى النهاية، فهي شروط غير شاملة للنظرية ككل وإنما تنطبق وحسب على مجموعة البديهيات فقط، بحيث تكون هذه البديهيات غير متناقضة فيما بينها، ومستقلة بعضها عن بعض، بحيث لا يمكن اشتقاقها من البديهيات الأخرى، كما يجب أنْ تكون بأقل عدد ممكن، أي تلك البديهيات الضرورية فقط والكافية لعملية الاشتقاق. إنَّ اهتمام كل من كارل بوبر ودافيد هلبرت بمجموعة البديهيات، ووضع شروط خاصة بها ناتج من تطور النظرية الفيزيائية في القرن العشرين، واعتماد الطريقة البديهية في بنائها، كما هو الحال في الفيزياء النظرية. ويوضح الدكتور ياسين خليل الطريقة البديهية بقوله: "إنَّ الطريقة البديهية بخصائصها العامة تقوم على تجريد المعاني الحسية المرتبطة بالحلول الأولية والعلاقات الأساسية، والاهتمام بالأبنية الصورية فقط، فتتحول النظرية العلمية إلى مجرد أبنية صورية تعبر عن العلاقات الأساسية، وتكون الصيغ في النظرية جاهزة لأي تفسير أو تعيين قيم للحدود والعلاقات الأساسية، وهذا يدل على أنَّ النظام البديهي لا يعتبر نظاماً مؤلفاً من قضايا حول موضوع معين، فهو نظام يعبر عن الأبنية وعلاقاتها فقط."[1] فالصياغة البديهية وإنْ كانت صورية خالصة، إلا أنَّه يمكن أنْ تُقرن الصيغ الصورية بقيم معينة فتصبح قضايا يمكن التحقق من صدقها أو كذبها، وبما أنَّ هذه المعايير محددة في جزء معين فقط من النظرية هو البديهيات، لذلك فإن المعايير التالية والتي ذكرها الدكتور ياسين خليل في كتابه (منطق البحث العلمي)، إضافة للشروط التي ذكرها كارل بوبر، تعد شروطاً أشمل لبنية النظرية الفيزيائية ابتداءاً من انطلاقها من التجربة، ثم صياغتها واستدلال المشتقات منها، ثم التأكد من صدق تنبؤاتها، وهذه المعايير هي:

---

1) د. ياسين خليل: منطق البحث العلمي، ص ٢٥٤. وانظر كذلك مقاله: الطريقة البديهية في الفيزياء والرياضيات والمنطق، مجلة كلية الآداب، العدد ٢١ المجلد الأول، ١٩٧٧ – ١٩٧٦.

١- معيار التجريبية: أي أنْ يبدأ البحث من الخبرات والمعلومات التجريبية والمختبرية، كما أنَّ التثبت من صدق أو كذب القضايا المشتقة من النظرية يجب أنْ يكون معتمداً على التجربة، ولهذا فإن التجريبية ضرورية عند القيام بصياغة المبادئ والقوانين والنظريات.[1]

٢- معيار الموضوعية: أي أنْ يكون البحث موضوعياً ملتزماً بالطريقة العلمية من دون حاجة إلى إسقاط الذات وجعلها هدفاً للنتائج، وأنْ يكون البحث بعيداً عن الحدس والتخمين والآراء الذاتية، وجميع ضروب التأمل الميتافيزيقي، ولكن الموضوعية التامة غير ممكنة، لأنَّه لا توجد علاقة واحد بواحد بين النموذج والواقع، فالنموذج يلائم الواقع ولا ينطبق عليه.[2]

٣- معيار الاستنتاجية: إذا وُجدَت قضية كلية تجريبية أو نظام مؤلف من مبادئ وفرضيات وتعميمات تجريبية، فإنَّ الانتقال منها إلى العالم الخارجي، لا يمكن ان يتحقق الا عن طريق استنتاج قضية أو قضايا بسيطة ذات علاقة بالعالم الخارجي بحيث يكون التثبت من صدق القضايا أو القضية المشتقة تجريبيا.[3]

٤- معيار التنبؤية: إذا وجدت فرضية أو نظرية علمية ذات صلة بموضوع بحث معين، فإنَّ تعليل الظواهر والحوادث قيد الدرس واجب لابد للفرضية أو النظرية من تحقيقه، وأنَّ توقع ظهور حوادث أو حالات في المستقبل استناداً إلى معطيات معينة، هو غاية البحث العلمي وأساس قويم في التثبت من متانة النظرية.[4]

ومن دراسة هذه المعايير الشاملة لبنية النظرية العلمية، والتي يجب توافرها في أية نظرية قويمة، ومن دراسة الشروط التي ذكرها (بوبر) عن

---

1) المصدر السابق: ص ٣١٤ - ٣١٣.

2) المصدر السابق: ص ٣١٦ - ٣١٤.

3) المصدر السابق: ص ٣١٨ - ٣١٧.

4) المصدر السابق: ص ٣١٩ - ٣١٨.

البديهيات، يمكن تلخيص الشروط التي يجب أنْ تتوافر في بناء النظرية كما يلي:

1 - الاقتصاد: أي أنْ تبدأ النظرية بأقل عدد من المقدمات الضرورية المستقلة وغير المتناقضة مع بعضها.

2 - الاشتقاق أو الاستنتاج: أي يمكن أنْ نستنتج من النظرية بعض المشتقات التي هي قوانين تجريبية.

3 - التعليل: أي أنْ تكون للنظرية قدرة على تعليل القوانين التجريبية والظواهر التي بدأت منها.

4 - التنبؤ: أي أنْ تكون للنظرية قدرة على التنبؤ بقوانين جديدة وظواهر جديدة.

وفي ضوء ما سبق يمكننا صياغة تعريف عام للنظرية العلمية وهو:

النظرية الفيزيائية: هي نظام معرفي يتكون من مفاهيم متفاوتة في مستوى التجريد، ومن مبادئ أساسية تخضع في بنائها لشروط منطقية، بحيث يمكن أنْ نشتق من هذا النظام وبواسطة الاستدلال المنطقي قضايا يكون لها علاقة مباشرة أو غير مباشرة بعالم الخبرة، كي نتثبت من النظرية بالطرق التجريبية من خلال انطباقها على عالم الخبرة.

- ولكن ما هو هدف النظرية الفيزيائية؟ وما هي الغاية من بنائها؟
- وهل تصاغ النظرية لتمثل وتصنف مجموعة من القوانين؟
- أم تستخدم النظرية لتعليل القوانين وتوضيحها؟
- وما هو دور النموذج والمماثلة في هذا المجال؟

إنَّ الاجابة عن هذه الأسئلة ستتوضح في المبحث الآتي.

الفصل الثاني

الرياضيات والواقع الفيزيائي

النموذج والمماثلة

٨ - هدف النظرية والتعليل العلمي

يمكن تقسيم الآراء حول هدف النظرية الفيزيائية ووظيفتها إلى قسمين هما:

الأول: يرى أنَّ هدف النظرية الفيزيائية هو أنْ تمثل (Represent) مجموعة من القوانين وحسب.

الثاني: يرى أنَّ هدف النظرية الفيزيائية هو أنْ تعلل (Explain) مجموعة القوانين التجريبية، وتفسر الظواهر من خلال وصف تقدمه لها.

إنَّ أفضل من يمثل الرأي الأول هو دوهيم، حيث يرى أنَّ للنظرية الفيزيائية وظيفة واحدة، وهي أنْ تمثل مجموعة من القوانين التجريبية، وإنَّ هذه الوظيفة كافية لأنْ تعطي للنظرية العلمية كل قيمتها.[١] فالنظرية تربط معاً مجموعة من القوانين في علاقات وصياغة معقدة، تتوخى بالدرجة الأولى الاقتصاد في الفكر، بحيث يبدأ المنظِّر من مجموعة قليلة من المبادئ الافتراضية، وبهذا لا تعود النظرية تعبر عن تمثيل وعرض اقتصادي للقوانين التجريبية وحسب، بل وعملية تصنيف لهذه القوانين كذلك،[٢] وتصبح النظرية كما يرى (دوهيم) نظاماً مجرداً هدفه تقديم اختصار، وتصنيف منطقي لمجموعة القوانين التجريبية دون الادعاء بأنَّها تعلل هذه القوانين.

ويرى لندساي أنَّ النظرية الفيزيائية لا تعلل أو تفسر الظواهر، بل إنها تقدم وصفا لسلوك هذه الظواهر وحسب، حيث يقول: "في الحقيقة، وفي المعنى الفلسفي المألوف للكلمة، ليست هنالك أيَّة نظرية فيزيائية تعلل على نحو أساسي أيَّة ظاهره فيزيائية، إنَّها تقدم وصفاً للظاهرة بلغة شيء

1) Duhem, P.: The Aim and Structure of Physical Theory, P. 32.
2) Ibid: P. 23.

آخر."[1] أي أنَّ النظرية تقوم بوصف مجموعة من الظواهر أو ظاهرة معينة بلغة وصف مألوف لنا سابقاً لظاهرةٍ معينةٍ، وهذا يقودنا للحديث عن النموذج والمماثلة ودورهما، إلا أنني سأناقشها فيما بعد (فقرة ٩، ١٠).

ويمثل الرأي الثاني معظم فلاسفة العلم المعاصرين، ابتداء بـ(آينشتاين وكامبيل) مروراً بـ(برجمان) و(ناجل) و(هيس) وآخرين، ولكن المشكلة لا تظهر في الخلاف بينهم حول ما إذا كانت النظرية تمثل أو تعلل مجموعة القوانين، وإنما تنشأ المشكلة من السؤال: كيف تقوم النظرية بعملية التعليل هذه؟

يرى (كامبيل) أنَّ النظرية تقوم بتعليل القوانين، وأنَّ النموذج والمماثلة يلعبان دوراً مهماً في عملية التعليل لأنَّه بواسطة حدود التنظير تستطيع النظرية أنْ تعلل مجموعة القوانين، وبالتالي فإنَّ النظرية تكون مقبولة إذا ما أبدت مماثلة ما. ومن المعروف أنَّ القوانين تعلل حدوث مجموعة معينة من الظواهر، وهي بدورها تحتاج إلى تعليل علمي، والنظرية هي التي تقدم مثل هذا التعليل للقوانين. مثلا قانون بويل الذي ينص على أنَّ الضغط يتناسب تناسباً عكسياً مع الحجم، هذا القانون يمكن أنْ يعلل بواسطة النظرية الحركية للغازات، التي تفترض بأنَّ الغاز يتألف من عدد كبير من الجزيئات الصغيرة المتحركة المتصادمة مع بعضها، وتزداد سرعة حركتها بازدياد درجة الحرارة فتضغط على الإناء الذي يحتويها، وهذا القانون يعلل بواسطة هذه النظرية لإمكانية اشتقاقه منها.[2] ويرى (كامبيل) أنَّ النظرية تعلل مجموعة القوانين "دائماً ببيان أنه إذا كان النظام الذي تنسحب عليه تلك القوانين يتكون بشكل ما من أنظمة أخرى تنسحب عليها قوانين أخرى، فإنه بالإمكان استنتاج تلك القوانين من النظرية."[3] وبهذا فإنَّ قبول القانون يعتمد إلى درجة كبيرة على تعليله من قبل النظرية، وبالتالي فإنَّ القوانين التي تكون معللة بواسطة النظرية تكون مقبولة، حيث يقول: إنَّ "قبول القانون يتحدد إلى

---

1) Lindasy, R. B.: Critique of Operationnalism in Physics, P. 461.

2) كامبيل، نورمان، ما العلم؟ ص ٧٥.

3) المصدر السابق: ص ٨٧.

حد كبير بإمكانية تفسيره بواسطة النظرية."[1] فإذا أمكن تعليله، فإن قبوله يكون أكبر مما لو لم يكن نتيجة للنظرية، أي أنَّ قبول القوانين لا يقوم على الدليل التجريبي رغم أهميته، بل يعتمد بالإضافة إلى ذلك على أسس نظرية، وبهذا يفاضل كامبيل بين القوانين من حيث علاقتها بالنظرية من ناحيتي الاشتقاق والتعليل فيقول: "في علم الفيزياء على الأقل سنكون أكثر دقة إذا ما قلنا بأنَّنا نعتقد بقوانيننا لأنها نتائج لنظرياتنا، مما لو قلنا بأننا نعتقد بنظرياتنا لأنها تتنبأ وتفسر قوانين حقيقة."[2]

يرى (برجمان) أنَّ اختبار وفحص التعليل من وجهة نظر إجرائية يمكن أنْ يقدم حلاً لكثيرٍ من الأسئلة؛ حيث يُظهر هذا الاختبار " أنَّ جوهر التعليل يكمن في رد وضع ما إلى العناصر التي تكون مألوفة جداً بالنسبة لنا، ونتقبلها بدون شك."[3] ولكن ماذا تعني عبارة "رد وضع ما إلى عناصر"؟ إنها تعني من وجهة النظر الإجرائية: "اكتشاف ارتباطات مألوفة بين الظواهر التي يتألف منها الوضع."[4] ويرفض (برجمان)، كفيزيائي تجريبي، وجهة النظر الشكلية في التعليل، والتي ترى أنَّ العناصرالنهائية للتعليل هي عبارة عن مماثلات لبديهيات الرياضيات الشكلية، ويرى أنَّ الشكلية في التعليل تنتهي من وجهة النظر الإجرائية، إلى رطانات ليس لها معنى، وتصبح مفاهيمها خالية من المعنى، إذا ما تجاوزنا حدود المعرفة التجريبية. ويرى أنَّ "ميزة بنائنا التعليلي سوف تعتمد على ميزة معرفتنا التجريبية وسوف تتغير عندما تتغير هذه المعرفة التجريبية."[5]

ويميز برجمان ثلاث طرق ممكنة للتعليل:

١- تعليل بسيط لا يتضمن شيئاً ما جديداً على نحو جوهري، بل هو عبارة عن تحليل وتفكيك لما هو معقد أو مركب، مثل تعليل النظرية

---

1) المصدر السابق: ص٨٣.
2) المصدر السابق: ص ٨٣.

3) Bridgman, P. W.: The Logic of Modren Physics, P. 37.
4) Ibid: P. 37.
5) Ibid: P. 39.

الحركية للغازات للخصائص الحرارية للغاز بلغة خصائص ميكانيكية اعتيادية.[1]

٢- تعليل من خلال تحليل أنظمتنا المعقدة إلى نظم أبسط، حيث نجد في النظام المعقد قابلية للتبادل مع عناصر مألوفة لنا سابقاً نقبلها بوصفها لا تحتاج إلى تعليل،[2] أي التعليل بواسطة الرد إلى المألوف.

٣- قد تدفعنا التجارب إلى أوضاع جديدة لا نجد فيها عناصر مألوفة، أو أنَّ هنالك شيئاً ما جديداً، بالإضافة إلى العناصر المألوفة، فنحاول أنْ ندفع بتعليلنا إلى نموذج مقرر مسبقاً وبواسطة اختراع أو إبداع يتجاوز مدى تجربتنا الحالية.[3] فالنظرية التي تستخدم نموذجاً فيزيائياً تعتبر في نفس الوقت تعليلاً، فيما إذا وجد في النظام الفيزيائي الفعلي مماثلة مطابقة للعناصر المقترحة في النموذج الفيزيائي فعندئذ يكون النموذج تعليلاً للنظرية.[4]

ويرى برجمان أنَّ التعليل التام الكامل غير ممكن حيث يبقى دائما شيئا غير ممكن التعليل. ويرجع برجمان صعوبات التعليل التام إلى كون الرياضيات علماً تجريبياً تطور بصورةٍ واضحةٍ للبحث في أوجه كمية للخبرة، لذلك فإن الرياضيات لا تستمر في التطبيق بشكل أو بآخر في حين أنَّ الخبرة تستمر في تقديم وطرح أوجهها الكمية. أما السبب الآخر، الذي يرى برجمان أنَّه سبب مهم جداً، هو أنَّ "بنية الرياضيات تختلف تماماً وعلى نحو واضح عن بنية الخبرة. أعني أنَّ المعادلات الرياضية لا تحتوي شيئاً يحدد مداه في التطبيق."[5]

والآن ماذا نعني بالنموذج؟ وما هي المماثلة؟ وما دور كل منهما في التعليل، وفي النظرية الفيزيائية بصورة عامة؟.

1) Ibid: P. 40.
2) Bridgman, P. W.: The Nature of Physical Theory, P. 63.
3) Bridgman, P. W.: The Logic of Modern Physics, P. 40.
4) Bridgman, P. W.: The Nature of Physical Theory, P. 63.
5) Ibid: P. 68.

٩ - دور النموذج في النظرية

إنَّ كلمتي نموذج (Model) ومماثلة (Analogy) تستخدمان أحياناً بمعنى واحد، وإنَّ كثيراً من الباحثين المعاصرين في فلسفة العلم يستخدمون الكلمتين على نحو متبادل وبدون تمييز، لذلك يجب توضيح كل منهما بشيء من التفصيل لمعرفة دوره في التفسير وفي النظرية عموماً.

لقد أوضحت سابقاً أنَّ بعض مفاهيم النظرية يمكن أنْ تُعرَّفَ على نحو واضح أو صريح، ويتحدد معناها بصورة مباشرة خلال علاقتها بالخبرة، وأنَّ بعض المفاهيم النظرية لا يمكن أنْ ترتبط بالخبرة بصورة مباشرة، ولذلك فإنَّها تُعَرَّفُ على نحو غير مباشر، وبصورة ضمنية، من خلال علاقتها بالبديهيات الأخرى للنظرية، التي تم ربطها بالخبرة، ولكن التعريفات الضمنية لا تمثل تفسيراً للحدود النظرية؛ ذلك لأنَّ تفسير الحدود النظرية يجب أنْ يكون بواسطة حدود الملاحظة، أو بواسطة مجموعة من النماذج المصاغة بلغة الملاحظة. وتطرح (ماري هيس) في هذا المجال السؤال التالي:

إذا كان على النظرية العلمية أنْ تقدم تعليلاً وتفسيراً للمعطيات التجريبية المختبرية، فهل من الضروري أنْ تكون النظرية مفهومة بلغة بعض النماذج أو بعض المماثلات مع أحداث أو أشياء مألوفة لنا سابقاً؟[1]

أي هل إنَّ التعليل والتفسير يتضمن قدراً ما من الجديد وغير المألوف، معبراً عنه بلغة المألوف والمفهوم والواضح من خلال بعض النماذج والمماثلات؟

والجواب يكون بالإيجاب، لأنَّ كثيراً من الفيزيائيين قد استخدموا النموذج والمماثلة، ليس فقط في مجال التفسير والتعليل وحسب، بل وفي صياغة وبناء النظريات العلمية كذلك.

ويرى بيتر آخنشتاين Peter Achinstein أنَّ النموذج يشير إلى مجموعة الافتراضات والبديهيات التي تصف أشياء فيزيائية معينة، أو ظواهر فيزيائية لنوع معين.[2] مثال على ذلك النموذج الذي قدمه العالم نيلز بور N. Boher (١٨٨٥ - ١٩٦٢) لذرة الهيدروجين. حيث يشير النموذج إلى افتراضات (بور)

---

1) Hesse, M. B.: Models and Analogies in Science, Sheed and Word, London, 1963, P. 1.
2) Achinstein, P.: Models, Analogies and Theeories, Phil. Sci. Vol. 3, 1964, P. 330.

حول صفات وخصائص ذرة الهيدروجين، والذي يحتوي افتراضين أساسيين هما:

- دوران إلكترون سالب حول نواة الذرة بمسارات دائرية.
- الصياغة الكمية للطاقة المشعة والممتصة بواسطة الذرة، حيث أنَّ القوة الطاردة التي تنشأ عن حركة إلكترون، تكون مكافئة لقوة جذب النواة له وبالتالي فهو يتحرك وينتقل من مدار لآخر حسب طاقته، ويصاحب حركته إشعاع.

وبهذا يتكون عند (بور) نموذج لذرة الهيدروجين، تكون فيه للذرة نواة في الوسط لها شحنة موجبة، وهنالك إلكترون يدور حولها في مدارات لها أبعاد مختلفة عن النواة، يمكن إعطاؤها أرقام، ١، ٢، ٣، ٤،...[١]

وغالباً ما يشير كل من النموذج والنظرية إلى نفس المجموعة من الافتراضات، وبهذا تكون أشياء النموذج الموصوفة بواسطته متماثلة مع افتراضات النظرية أو الأشياء التي تم وصفها في النظرية. فالنموذج يقدم خصائص معينة للأشياء النظرية.[٢] ولكي يتم بناء النموذج فإنه يتوجب أنْ يكون لمجموعة قضاياه حساب مشابه لحساب النظرية التي تطابقه، وعليه يكون النموذج مبنياً عندما يكون كل مفهوم في النظرية له مفهوم يطابقه في النموذج وبالعكس، أي أنْ تكن هنالك علاقة واحد بواحد بين مفاهيم النظرية ومفاهيم النموذج، لكن مع ملاحظة أنَّ الشرط الضروري لهذا التطابق هو أنْ تكون لمجموعة القضايا أو الأقوال التي تحوي المفاهيم في النموذج والنظرية نفس البنية الشكلية.[٣] وهذا لا يعني أنَّ النموذج هو النظرية ذاتها، بل هو تفسير للنظرية ولحسابها الصوري وحسب، كما أنَّ تفسير التعابير في النموذج يختلف عنه في النظرية، حيث أنَّ جميع حدود النظرية بصورة مباشرة، بل إنَّ بعض الحدود تفسر بصورة ضمنية. ويوضح الاقتباس التالي ما هو النموذج بشكل أدق: "إنَّ النظريتين اللتين يكون لقوانينهما نفس الشكل تكونان

1) Ibid: P. 330.
2) Ibid: P. 334.
3) Ibid: P. 335.

متماثلتين (Isomorphic) من الناحية البنائية، فإذا كان لقوانين إحدى النظرتين نفس شكل قوانين النظرية الأخرى، إذاً يمكن القولب أنَّ هذه النظرية يمكن أنْ تكون نموذجاً (Model) للأخرى."[1]

يتضح من هذا النص أنَّه يؤكد على التماثل في البنية المنطقية لمجموعة أقوال النموذج والنظرية، حيث تعتبر المشابهة الصورية أو الشكلية بين مجموعات القضايا المتطابقة، هي الشرط الوحيد للعلاقة بين النموذج والنظرية، كما أنَّ هذا الشرط لا يعيق أو يحد من وجود نماذج تتضمن صفات مشابهة بطريقة فيزيائية لتلك التي في النظرية، وإنْ كان البعض يعتبر هذا الشرط غير ضروري وغير كاف للنماذج العلمية. ويرى بريثويت أنَّ المشابهة في البنية الشكلية هي الشرط الضروري للعلاقة بين النموذج والنظرية، حيث يقول: إنَّ "المشابهة في النية الشكلية هي كل ما هو مطلوب في علاقة النموذج بالنظرية."[2]

ويميز (ناجل) بين: نموذج حقيقي، وآخر شكلي؛ يتضمن الأول صفات من خبرة الحياة اليومية، بينما يتضمن الثاني مفاهيم تحتوي على علاقات أكثر تجريداً. وفي هذين النوعين يرى (ناجل) أنَّ الأشياء والظواهر التي توصف بواسطة النموذج لا تحتاج لأنْ تكون متشابهة من الناحية الفيزيائية مع تلك التي في النظرية، ولكن الاعتبار الأساسي هو أنْ يكون ثمة تشابهاً في البنية المنطقية وحسب.[3] ولهذا يشترط دائما أنْ تكون بين النموذج والنظرية علاقة تماثل (Isomorphism) وهذه الكلمة تعني التشابه في البنية الشكلية.

ويرى برجمان أنَّ النموذج العقلي يرتبط بالأبنية العقلية التي توجد بكثرة في الفيزياء، ويركز برجمان على تلك الأبنية التي تُعمل من قبلنا لتمكننا من البحث في أوضاع فيزيائية لا يمكن اختبارها مباشرة، ولكن يتم اختبارها من خلال ربطها بصورة غير مباشرة بالخبرة؛ مثل هذه الأبنية عادة ما تتضمن عنصراً من الإبداع، ويرى برجمان أنَّ "النظريات الرياضية عادة ما يكون في

---

1) Brodbeck, M.: Models, Meaning ang Theories, in Symposium on Sociological Theory, (Ed) by Gress, L. Evanston, 1959, P. 379.
2) Braithwaite, R. B.: Scientific Explanation, P. 93.
3) Nagel. E.: The Structure of Science, P. 110 – 111.

خلفيتها نموذج فيزيائي من نوع ما."[1] وبهذا يميز برجمان بين نموذج رياضي ونموذج فيزيائي، ومع ذلك فإنه يفضل النموذج الرياضي لأنَّه يتمتع بإمكانات كبيرة في مجال الأبنية أكثرمن إمكانات النموذج الفيزيائي التي يمكن تصورها، ذلك لأنَّ النموذج الفيزيائي محدد في مجال التطبيق التجريبي، حيث يتوجب على النظرية أنْ تزودنا بأدوات لحساب سلوك النظام الفيزيائي، إما النموذج الرياضي فإنَّه غير محدود في المدى التطبيقي، باعتباره بنية شكلية خالصة. كما يرى برجمان أنَّ الفيزياء النظرية في القرن العشرين أصبحت تستخدم النماذج الرياضية بدلا من النماذج الفيزيائية الكلاسيكية. والشرط الأساسي للنموذج الرياضي هو أنْ يعمل بوصفة أداة حساب نتمكن بواسطته من تقديم إجابة لأي سؤال يتعلق بالسلوك الطبيعي للنظام الفيزيائي المطابق له، مع ملاحظة أنَّ الدقة التجريبية لأيَّة عملية قياس تبقى محدودة وتقريبية، لذلك فليس بمقدورنا أنْ نتوقع اختباراً بدقة كاملة وتامة لمتطلبات أي نموذج رياضي، لكن برجمان يؤكد أنَّ النموذجين (الرياضي والفيزيائي) المختلفين من الناحية الشكلية من الممكن أنْ يقدما نتائج عددية متقاربة ضمن مدى الخطأ التجريبي، لكنها تختلف في ترتيب بعض الحدود وعلاقتها بالتجربة، وكل نموذج يقدم فائدة بوصفه أداة حساب، وإنَّ مسألة الاختيار بينهما تقوم على أسس مثل:

١. الملائمة.

٢. سهولة وبساطة الحساب.

٣. البساطة.[2]

وبهذا تكون مجموعة القضايا التي لها نفس الصورة الشكلية المنطقية لنظرية ما مبنية بناءً بديهياً، نموذجاً للتجربة، وإذا ما تساوت مجموعتان من القضايا في مشابهتها الشكلية للنظرية فتكون كلاً منهما نموذجاً للنظرية، ولكن يجب تفضيل إحداهما على الأخرى، وإنَّ النموذج الأفضل بالنسبة للعلماء هو الذي يكون مألوفاً أكثر من الآخر وأكثر بساطة، ذلك لأنَّ النظرية

1) Bridgman, P. W.: The Nature of Physical Theory, P. 61.
2) Ibid: P. 93.

تقوم بتفسير وتعليل ما هو جديد وغير مألوف من الظواهر، بواسطة رده إلى ما هو مألوف لنا سابقاً. وبهذا يكون النموذج أداة تقريبية لأنَّه يقدم تقريبات لما هو مألوف وتكون هذه الأداة مفيدة لغرض التفسير، وهي مفيدة كذلك في مجال التنظير العلمي وصياغة النظرية بواسطته، ولهذا السبب اعتبره كامبيل "جزءاً أساسياً من النظريات."[1] أما (دوهيم) فقد اعتبره وسيلة مساعدة في صياغة النظرية وفي الحل: ذلك لأنَّه اعتبر أنَّ نظام البديهيات وقواعد التطابق كافيان لاشتقاق القوانين التجريبية التي تمثلها النظرية. وبالتالي فهو ليس جزءاً أساسياً من بنية النظرية، بل هو يحقق فائدته من خلال وضع مماثلة بين الأشياء الموصوفة في النظرية، والأشياء التي تكون أكثر ألفة وشيوعاً ومعروفة لنا سابقاً، كما أنَّه يقدم كما يرى ناجل فهماً أفضل لبعض المفاهيم الأساسية المتضمنة في النظرية، فهو إذاً وسيلة مفيدة في وضع النظرية، وفي توسيع مدى نظرية مألوفة لنا سابقاً.[2]

نستنتج من هذا أنَّ النموذج يمكن أنْ يخدم غرضين في النظرية الفيزيائية هما:

١- يستخدم النموذج بوصفه مرشداً لوضع الافتراضات الأساسية للنظرية.[3] وبهذا يقول برجمان: "أعتقد بأن النموذج هو بالفعل أداة في حوزة الفكر ومفيدة له، حيث تمكننا من التفكير بما هو غير مألوف بلغة المألوف."[4] ولكن مع ذلك يرى برجمان ضرورة الحذر في استعمال هذه الأداة؛ لأنَّ هنالك خطراً في الاعتماد عليها أكثر مما يجب.

٢- بالإضافة لذلك يكون النموذج مصدراً لطرح اقتراحات جديدة لتوسيع المدى التطبيقي للنظرية؛ حيث يستخدم النموذج لاقتراح متى تدخل قواعد التطابق لتقرر التطابق بين الأفكار النظرية والتجريبية.[5]

1) Campbell, N.: Foundations of Science, P. 129.
2) Nagel, E.: The Structure of Science, P. 108 – 112.
3) Ibid P. 108.
4) Bridgman, P. W.: The Logic of Modren Physics P. 53.
5) Nagel, E.: The Structure of Science, P. 109, 113.

والآن ماذا نعني بالمماثلة؟

١٠ - دور المماثلة في النظرية

نعني بالمماثلة (Analogy) إبراز أوجه الشبه والاختلاف بين خصائص أشياء وصفات نظامين متشابهين في البنية المنطقية فقط، وبالتالي يمكن دراسة خصائص نظام ما بواسطة مثيله أو نظيره. والمماثلة تقوم على أساس الصفات الأساسية أو الجوهرية فقط، ولكن لا يشترط فيها المشابهة في جميع الخصائص، وعندما يُبنى النظير يسمى احياناً نموذجاً. ولكن يجب التمييز بين النموذج الذي يستخدمه العالم في بناء نظرية وبين المماثلة التي يتوسل بواسطتها لتعليل وتفسير ملامح نموذجه.(١)

ولنأخذ على سبيل المثال ما قام به العالم نيلز بور، لقد بدأ أولاً ببناء نموذج لذرة الهيدروجين، سُمي بنموذج (بور) للذرة، ولكن تفسير هذا النموذج يتم من خلال مماثلته بنظام أو نموذج آخر هو النظام الشمسي، حيث يعتبر البروتون مركز الذرة مناظراً أو مماثلاً للشمس، التي تعتبر مركزاً لمجموعة الكواكب، والإلكترون الدائر حول النواة يماثل أو يناظر الكواكب التي تتحرك حول الشمس بمسارات دائرية. مثال آخر على المماثلة هو المماثلة بين جزيئات الغاز في النظرية الحركية للغازات وبين كرات البليارد الموضوعة في صندوق.

والمماثلة الأوضح هي تلك التي أقامها هويجنز بين خصائص الضوء وخصائص الصوت لغرض صياغة النظرية الموجية للضوء. وهكذا فإن المماثلة عادة ما ترسم بين أشياء أو ظوهر معينة موصوفة في النظرية أو النموذج، وبين أشياء وظواهر أخرى تكون أكثر ألفة وشيوعاً، أي معروفة لنا سابقاً، أي أنَّ الموجودات المتطابقة تكون متشابهة في علاقات معينة، ولكنها مع ذلك تكون متمايزة عن بعضها، كما في المماثلة بين النموذج الذري والنظام الشمسي، حيث أنَّ صفات وخصائص كل منهما مختلفة ومتمايزة، إلا أنَّ المهم هنا هو العلاقات بينهما التي تفيد في التفسير، ولا يشترط مشابهة جميع العلاقات بل العلاقات الجوهرية وحسب، التي تكون كافية للقيام بعملية

1) Achenstien, P.: Models, Analogies and Theories, *P. 332.*

التفسير؛ ذلك لأنَّ النظرية كما لاحظنا سابقاً يتوجب عليها القيام بعملية التعليل والتفسير، وهذه التعليلات هي محاولات لفهم ما هو جديد في النظرية وغير مألوف بواسطة ما هو مألوف، ويتم هذا العمل من خلال بناء مماثلة بين خصائص وأشياء النظرية، وبين الوقائع المألوفة لنا سابقاً، فالمماثلة إذاً تقوم بالمقارنة بين الأشياء النظرية والأشياء المألوفة لكي تجعل الوقائع الجديدة مفهومة، والنظير يقوم بعمله هذا بواسطة ما يسمى بالرد إلى المألوف.

وتقسم (ماري هيس) المماثلات إلى نوعين هما:

١- مماثلة إيجابية: وتحدد من خلال ذكر الصفات والخصائص المشتركة بين النظامين.

٢- مماثلة سلبية: تتحدد من خلال ذكر الصفات والخصائص المختلفة بين نظامين والتي تميز كلاً منهما عن الآخر.[١]

وتؤكد (هيس) ضرورة وجود علاقة واحد بواحد بين النظامين في المماثلة، سواء أكانت هذه العلاقة علاقة ذاتية وتطابق أم علاقة اختلاف بين صفة نظير ما والصفة المماثلة للنظام الآخر، أي ضرورة وجود علاقة مشابهة في البنية الشكلية بينهما، وإنْ اختلفت مادة كل منهما عن الآخر، وهذه العلاقة هي ما يعبر عنها بـ(Isomorphism)، أي تشابه في البنية الشكلية واختلاف في المادة بين نظامين أو شيئين. بالإضافة إلى ذلك هنالك علاقات سببية يمكن أنْ تنطبق على كليهما، وبهذا يمكن تحديد نوعين من العلاقات في المماثلة عند ماري هيس هما:

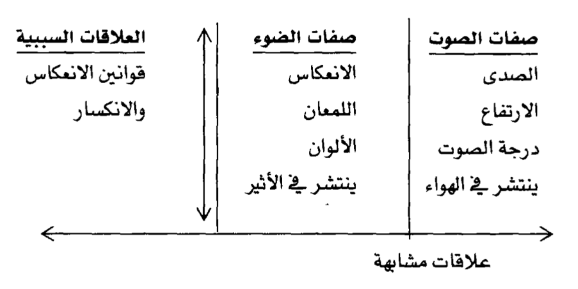
١- علاقات المشابهة: وتعني المشابهة بين صفات وخصائص النظير وخصائص وصفات النظام المراد تفسيره.

٢- العلاقات السببية: وهي العلاقات التي يمكن أنْ تحمل وتطبق على كل من النظير والنظام الذي سوف يتم تفسيره.

---

1) Hesse, M: Models and Analogies, P. 64.

ومن الأمثلة على ذلك تلك المماثلة بين الصفات والخصائص التي تعود للضوء، وتلك الخصائص والصفات التي تعود للصوت، والتي قام بها هويجنز عند صياغة نظريته الموجية للضوء وتوضح كما يلي: [1]



صفات الصوت	صفات الضوء	العلاقات السببية
الصدى	الانعكاس	قوانين الانعكاس
الارتفاع	اللمعان	والانكسار
درجة الصوت	الألوان	
ينتشر في الهواء	ينتشر في الأثير	

علاقات مشابهة

ولكن برجمان لا يشترط في المماثلة ان تكن الإجراءات الرياضية مطابقة تماماً للعمليات في النظام الفيزيائي، ولا ضرورة لأنْ تكون جميع الرموز في المعادلات الرياضية الأساسية لها مماثلات أو نسخ فيزيائية مطابقة.[2] أي أنْ تكون المماثلة في الخصائص المهمة والجوهرية وليست في جميع الخصائص. ويرى برجمان أنَّ الاعتقاد أو الشعور بأن كل مراحل النظرية الرياضية يجب أنْ يكون لها نسخ مطابقة تماماً في النظام الفيزيائي، كما هو الحال عند (فيثاغورس والسير جيمس جينز) الذي يعتقد أنَّ الله كائن رياضي، وأنَّ الشعور الصوفي يتضمن الاعتقاد بالوجود الحقيقي للمبادئ التي يسير الكون طبقاً لها، والتي، كما يعتقدون، لأنَّها مبادئ رياضية.[3]

ولكن ما هو دور المماثلة في النظرية الفيزيائية وما هو علاقتها بها؟

للمماثلة دَوْرَان في النظرية الفيزيائية هما:

١- تلعب المماثلة دوراً في صياغة افتراضات النظرية وتطويرها، كما هو الحال عند (هويجنز) عندماصاغ نظريته الموجية للضوء من خلال

1) Ibid: P, 66.
2) Bridgman, P. W.: The Nature of Physical Theory, P. 66.
3) Ibid: P. 67.

المماثلة بين صفات الصوت والضوء. ويرى برجمان أنَّ الاعتماد على المماثلة دائماً لا يخلو من مخاطر؛ فمن الأخطاء التي تترتب على الاعتماد كلياً على المماثلة هو الخطأ الذي حدث في النظرية الموجية عند هويجنز، حيث رأى أنَّ الصوت ينتقل وينتشر في وسط مادي هو الهواء، وقرر، انطلاقاً من المماثلة الشكلية بينهما، أنَّ الضوء كذلك لابد له من وسط مادي لكي ينتشر خلاله، أي لكي يحمل موجات الضوء، وافترض أنَّ هذا الوسط هو الأثير ومنحه صفة المادية، ونشأت نتيجة لذلك بعض العقبات في وجه العلم، وتجسدت في مناقشة مشكلة الأثير في تجربة ميكلسون ومورلي.

٢- تلعب المماثلة دوراً في تفسير النظرية وتوضيحها وتعليلها، كما حدث في المماثلة التي أقامها (نيلز بور) بين النموذج الذري لذرة الهيدروجين والنظام الشمسي، مع ملاحظة أنَّ المماثلة لا تكون في جميع الصفات، بل في الصفات الجوهرية فقط. ومن خلال هذه المشابهة الشكلية تصبح مفاهيم النظرية أكثر قابلية للفهم، حيث أنَّ الأشياء المألوفة في النظير توصف بواسطة مجموعة من القوانين، تكون بنيتها المنطقية مشابهة لبنية تلك القوانين التي في النظرية.

ويمكن أنْ تكون هنالك مشابهة في بعض الخصائص الفيزيائية من خلال المماثلة كالخصائص الفيزيائية التي أعطاها نيلز بور للذرة من خلال المماثلة مع النظام الشمسي، مثل القوة الجاذبة والحركة الدائرية، مثل هذه الصفات لا تعتمد على البنية المنطقية لصيغ معينة، بل تقوم على التفسير الفيزيائي الذي يعطي للتعابير الموجودة في هذه الصيغ النظرية، ولهذا تقوم النظرية بتفسير مجموعة القوانين من خلال حدود وقضايا النظير المستخدمة في عملية المماثلة.

ولابد أنْ أشير هنا إلى أنَّ مقولة النظرية تحقق قيمتها إذا أبدت مماثلة ما، كما هو الحال عند كامبيل، وأنَّ مسألة التعليل تكون من خلال عملية رد الظواهر الجديدة غير المألوفة إلى الظواهر والوقائع المألوفة لنا سابقاً، قد

تعرضنا إلى انتقادات من قبل (همبل) الذي يرى أنَّ الرد إلى المألوف هو نظرة تقوم على الإعتقاد الضمني بأن الظواهر المألوفة لاتحتاج إلى تفسير أو تعليل، في حين أنَّ العلم يسعى إلى تفسيرها؛ حيث أنَّ التفسير العلمي يهدف إلى رؤية موضوعية تتحقق بتوحيد متسق من خلال عرض الظواهر على أنَّها تجليات لأبنية لها عمليات مشتركة وكامنة، تتطابق مع المبادئ الأساسية التي يمكن اختبارها، ويرى (همبل) أنَّه يحدث العكس أحياناً، أي يتم تفسير المألوف برده إلى ما هو غير مألوف بواسطة تصورات ومبادئ مستحدثة، كما حدث في النظرية النسبية، وخصوصاً ما يتعلق منها بمفاهيم مثل الطول والكتلة، وكذلك مبدأ اللادقة لـ(هايزنبرك) في نظرية الكم.[1]

والسؤال الآن هل إنَّ هذه النماذج والصياغات الرياضية تقدم وصفاً للعالم المادي، أم تقدم وصفاً للواقع الفيزيائي؟ وكيف تقوم الرياضيات بمثل هذا الوصف؟

١١ - الوصف الرياضي للواقع الفيزيائي

إنَّ المادة العلمية التي يبدأ منها عالم الفيزياء تتمثل بالمعلومات التي جمعها عن طريق الملاحظات والتجارب المختبرية والمشاهدات التي توَصَّل إليها عن طريق الحواس، والتي يُصطلح على تسميتها، كما ذكرت سابقاً، بالمعطيات أو الانطباعات الحسية. ويشترط في هذه الخبرة عموماً أنْ تكون قابلة للتحديد بواسطة عمليات قياس، أي تتحول إلى كميات لأغراض الدقة، ويستخدم الفيزيائي الرياضيات والرموز للتعبير عن نتائج عمليات القياس هذه بواسطة قيم عددية معينة. إلا أنَّ مهمة عالم الفيزياء لا تحدد بإجراء التجارب وتكديس الملاحظات فحسب، بل عليه أنْ يقدم لهذه الخبرة ككل وصفاً منطقياً متماسكاً شريطة أنْ يكون هذا الوصف على هيئة صيغ رمزية مختصرة جداً مصاغة بلغة مفاهيم وقوانين ونظريات، وإنَّ النظريات في الفيزياء هي أعلى مرحلة تجريدية رمزية تمثل هذا الوصف، ويحاول الباحث أنْ يقدم من خلالها صورة متماسكة للخبرة بالاستعانة بالنماذج والمماثلات

1) Hempel, C. G.: Philosophy of Natural Science, P. 83.

والتعبير الرياضي الرمزي، بالإضافة إلى التجارب العقلية غير الواقعية لغرض فهم هذه الخبرة وتصويرها ويقوم عالم الفيزياء بتكوين نماذج فكرية للحوادث أو الحالات الفيزيائية لينظر من خلالها إلى العالم الخارجي بطريقة استدلالية، فهي ليست مشتقة من التجربة بالاستقراء ولكنها في الوقت نفسه ذات صلة بالوقائع والتجارب.

إنَّ هدف الفيزياء النظرية هو إيجاد صورة فكرية موحدة للحقيقة الفيزيائية عن طريق الاستعانة بلغة الرياضيات، لأنَّها وحدها تستطيع بناء الصورة الموحدة.[1] إذاً يحاول الفيزيائي النظري أنْ يقدم صورة علمية متماسكة عن العالم الخارجي من خلال صياغته للنظرية، والاستعانة بالنموذج والمماثلة مع ما هو مألوف، وهذه الصورة لها عدة معايير ومميزات منها: أنَّ هذه الصورة العلمية ليست مقطوعة الصلة بالتجربة، أو هي مجرد إبداع خالص للعقل، وهي مع ذلك ليست استنساخاً للواقع، والأهم من هذا أنَّها صورة رياضية موجزة وبسيطة،[2] ويمكن التعبير عنها بصيغ رياضية مختلفة، تبعاً لدرجات تجريدها، ومن هنا كانت هذه الصورة ليست تعبيراً حرفياً عن العالم المادي، بل هي تصوير للعالم الفيزيائي ولهذا السبب يجب التمييز بين العالَم الفيزيائي أو الواقع الفيزيائي، وبين العالَم الحقيقي أو العالَم المادي. والفيزياء مهمتها تقديم صورة متماسكة للواقع الفيزيائي وليس للعالَم المادي الحقيقي؛ ذلك لأنَّ الفيزياء تنطلق من الخبرة، ولا تبحث فيما وراء الخبرة، كما أنَّ النظريات الفيزيائية تحتوي بعض المفاهيم النظرية غير القابلة للملاحظة، والتي يلعب الإبداع الحر للعقل دوراً كبيراً في صياغتها، ثم تربط هذه المفاهيم بعد ذلك بالخبرة بصورة مباشرة، وبهذا فإنَّ النظرية الفيزيائية لا تقدم وصفاً للعالَم الحقيقي أو المادي، وإنَّما تقدم وصفا للواقع الفيزيائي من خلال مناظرة هذا الواقع ومماثلته مع أشياء الخبرة، وكما توضح في (الفقرتين ٩، ١٠).

---

1) د ياسين خليل: منطق المعرفة العلمية، ص ١٨٨ .

2) المصدر السابق: ص ٢١١ .

إنَّ النظرية الفيزيائية تقدم محتوى تصورياً من خلال النموذج الذي تستخدمه، حيث يقدم النموذج بناءً تصورياً معبراً عنه بطريقة رياضية، مثال على ذلك نظرية بطليموس التي تقدم صورة للكون تحتل فيها الأرض المركز وتسير الكواكب من حولها بمسارات دائرية، هذه الصورة الكروية المغلقة للكون تمثل الواقع الفيزيائي، ولا تصف العالم الحقيقي، وبعد ذلك بفترة غير قصيرة طرح كوبر نيكوس صورة أخرى للكون تحتل الشمس فيها المركز وتدور حولها الكواكب، وهذا لا يعني أنَّ تغيراً قد حصل في العالم المادي، بل تمثل تغيراً وتطوراً في الصورة التي تطرح من قبل العلماء لكي ترسم الواقع الفيزيائي الأبسط. واقترح (كبلر) على نظرية (كوبرنيكوس) أنَّ الكواكب تسير حول الشمس بمسارات بيضاوية أو إهليليجية تقع الشمس في إحدى بؤرتيها. إنَّ إسهام (كبلر) هذا يمثل وصفاً أبسط للواقع الفيزيائي، بحيث يمكن تطبيق الهندسة عليه، وكذلك النموذج الذري لـ(بور).

فالواقع الفيزيائي هنا لا يطابق تماما العالم المادي ولكنه يسهل للعلماء عملية وصف الطبيعة بحوادثها وظواهرها وصفاً رياضياً أبسط، وإنَّ اعتقاد العلماء بوجود انتظام في الطبيعة، هو الذي كان دافعاً لهم إلى الإعتقاد بكون الرياضيات أفضل وسيلة للتعبير عن هذا الانتظام.

ولكن من المعروف أنَّ هنالك نوعين من الرياضيات، رياضيات تطبيقة ورياضيات بحتة، فأي النوعين له صلة بالواقع الفيزيائي؟

من المعلوم أنَّ الرياضيات التطبيقية مستوحاة من التجارب والملاحظات، ويمكن أنْ تقدم فائدة كبيرة للعلوم التجريبية، فهي برموزها وصيغها تعبر عن الواقع الفيزيائي. ولكن كيف الحال مع الرياضيات البحتة التي تكن قضاياها غير مشتقة من التجربة، وليس لها علاقة بالوقائع في العالم الخارجي، وإنَّ صدق القضايا فيها يعتمد على مجموعة المقدمات المفروضة، وعدم تناقضها مع بعضها. فكيف تكون علاقة الرياضيات البحتة بالواقع الفيزيائي؟

من المعروف أنَّ الرياضيات البحتة تشمل الحساب والهندسة، ومن الأمثلة في مجال الرياضيات البحتة تلك النظريات التي دارت حول الهندسات

اللاإقليدية مثل هندسة (ريمان) وهندسة (لوباتشفسكي)، والتي كانت تعتبر رياضيات شكلية خالصة لا علاقة لها بالواقع الفيزيائي، إلى أنْ أخذ آينشتاين نظرية (ريمان) الهندسية وطبقها على الكون في مجال النظرية النسبية العامة فأصبحت هذه الهندسة الشكلية الصرفة ذات علاقة بالواقع الفيزيائي، لأنَّ هندسة إقليدس هندسة مستويات لا يمكنها وصف المجال الجاذبي في الكون الذي تنحني فيه الأشعة الضوئية قرب الكتل المادية الجاذبة، وبذلك تكون الرياضيات البحتة عبارة عن إمكانيات قابلة للتطبيق في عدة مجالات، لأنَّها "لا تزيد عن كونها أشكالاً لا يمكن الحكم بصحتها إلا بعد ملء الفراغات، أي بعد تفسيرها."[1] أي أنَّ الرياضيات تقدم إمكانيات مختلفة في التفسير، حسب التعريف الذي طرح حديثا للرياضيات من قبل (هلبرت) الذي يرى أنَّ الرياضيات هي علم الأبنية الممكنة، والذي ناقشناه سابقاً.

1) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ص ٥٣.

الفصل الثالث

التثبت من صدق النظريات

"ليسَت هُنَالِك نظرية يمكن أنْ تُصنف بوَصْفِها أصدق من نظرية أخرى."

(لندساي ١٩٣٧)

١٢ - ممَ يكون التثبت؟

ذكرت في الفصل السابق الدور الذي تقوم به النظرية في تعليل القوانين المشتقة منها، والطريقة التي تستخدمها لذلك، إلا أنَّ النظرية الفيزيائية التي تقصر جل مهمتها على التعليل، لا تعد نظرية ناجحة ولا تفي بالغرض من صياغتها، ذلك لأنَّ من الأهداف الأساسية للنظرية الفيزيائية إضافة إلى قدرتها التعليلية هو التنبؤ، أي أنْ تتنبأ النظرية بظواهر وحوادث وقوانين جديدة غير تلك التي احتوتها سابقاً، ويرى كامبيل: " أنَّ النظرية الحقة لن تفسر على نحو كاف القوانين التي من أجل تفسيرها طرحت، إنما لتتنبأ وتفسر سلفاً القوانين التي لم تكن معروفة من قبل."[1] وعلى هذا فإن على النظرية أنْ تتنبأ بقوانين جديدة، ولا تكتفي بوصف القوانين المعروفة سابقاً وتعليلها، بل أنْ تقدم بالإضافة إلى ذلك إمكانية للاشتقاق والتنبؤ، وبهذا يرى كامبيل أنَّ على النظرية " أنْ تضيف إلى أفكارنا، وأنْ تكون الأفكار التي تضيفها مقبولة."[2] وإذا كان على النظرية أنْ تضيف إلى أفكارنا أشياء جديدة فهذا يعني أنها يجب أنْ تقوم بعملية التنبؤ، ولكن (كامبيل) يتجاوز ذلك إلى ما هو أهم منه، أي إلى ضرورة أنْ تكون هذه الإضافة في الأفكار أو التنبؤات مقبولة، ولكن كيف نستطيع قبول الأفكار التي تتنبأ بها النظرية؟.

الجواب أنَّنا نقبلها متى تحققنا من صحتها. وهنا يظهر تساؤل جديد هو: مم يكون التحقق؟ هل من النظرية ككل أم من جزءٍ منها؟ وكيف تتم عملية التحقق هذه؟

---

1) كامبيل، نورمان: ما العلم؟ ص ٧٩.

2) المصدر السابق: ص ٧٦.

ذكرت سابقاً أنَّ النظرية تحتوي مجموعة من المبادىء الأساسية المفترضة التي لا يمكن التحقق منها بواسطة الملاحظة المباشرة، كما أنَّها تحوي مجموعة الاستنتاجات أو التكهنات التي تمثل علاقات رياضية بين رموز ومفاهيم نظرية، وهذه العلاقات تمثل كميات قابلة للقياس، ويمكن تسميتها بالقوانين المشتقة، هذه القوانين هي التي تقدم الوصف المباشر للظواهر والحوادث، أما مجموعة بديهيات النظرية فلا تقدم مثل هذا الوصف لوحدها، لذلك فإننا لا نستطيع التحقق من النظرية بكاملها.

إذاً يجب التمييز في عملية التثبت من صدق النظريات، بين مجموعة البديهيات أو الحساب الصوري، وبين القوانين المشتقة منها. والتثبت هنا يمثل تثبتاً من صدق المشتقات أو الاستنتاجات فقط، وهو بهذا يعني ضمناً التأكد من صدق هذه المشتقات من خلال مطابقتها للواقع أو تأييدها أو تفنيدها بتجارب معينة. إنَّ اشتراط التثبت من مشتقات النظرية وتنبؤاتها رغم فائدته الكبيرة إلا أنَّه مع ذلك تعترضه بعض الصعوبات هي:

١- إنَّ التنبؤ يتعلق بالحوادث التي سوف تحدث مستقبلاً، مما يجعل باب التحقق من صدقها مفتوحاً وغير نهائي، وبالتالي لا يمكن الجزم التام بصدق هذه التنبؤات أو كذبها بأجمعها.

٢- اشتقاقات النظرية يمكن أنْ تقدم عدداً غير متناهٍ من الحقائق، مما يصعب التحقق من صدقها والجزم به. وبهذا يقول كيمني: "لما كنا لا نستطيع سوى مشاهدة الحقائق منفردة، فإنَّ علينا أنْ نتحقق من المترتبات المنفردة لنظرية ما. وليس النظرية العامة بالذات."(١)

لكن كيف تتم عملية التحقق من صدق اشتقاقات النظريات واختبارها؟

١٣ - التثبت ونظرية الاحتمالات

لا شك أنَّ عملية التحقق من صدق الاشتقاقات النظرية تتم بواسطة اختبارها، ويلعب التجريب بوصفه منهجاً لاختبار مشتقات النظرية، دوراً أساسياً، كما أنَّ فروض الفيزياء تقبل مثل هذا الاختبار التجريبي، بالإضافة

١) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ص ١٤٩.

إلى أنَّما يشتق من هذه الفروض له مثل هذه القابلية، وعلى الرغم من فائدة وأهمية الاختبار التجريبي، إلا أنه يجعلنا أحيانا نواجه بعض الصعوبات، كأنْ يقبل أحدالفروض الاختبارات التجريبية التي تعمل للتحقق من صدقه، ونجد بالمقابل فرضاً آخر يعارضه، وتأتي الاختبارات التجريبية بأدلة لإثباته، فيصبح لدينا فرضان متعارضان تثبتهما الاختبارات التجريبية، وللحسم بينهما وتبيان أيهما أصح، يتوجب إجراء اختبار تجريبي حاسم ذي نتيجة حدية، بحيث إذا صدق على الفرض الأول وأيده فإنَّه لا يصدق على الفرض الثاني ويفنده وبالعكس، وبالتالي يؤدي حتماً إلى استبعاد أحدالفرضين والإبقاء على الآخر. إنَّ هذا الاختبار التجريبي عادة ما يدعى في العلم بالتجربة الحاسمة، ومن الأمثلة على ذلك النزاع بين النظريتين الموجية والجسيمية للضوء، حيث اعتبر هويجنز وفرينل ويونج أنَّ الضوء عبارة عن موجات مستعرضة تنتشر في الأثير، واعتبره نيوتن بأنه جسيمات صغيرة جداً تتحرك بسرعة كبيرة. وكانت كل نظرية تطبق قوانين الانعكاس والانكسار على الأشعة الضوئية، إلا أنَّ نظرية نيوتن الجسيمية ترى أنَّ الضوء يسير في الماء أسرع منه في الهواء والنظرية الموجية ترى العكس وفي عام (١٨٥٠) أجرى فوكول تجربة كانت حاسمة في تأييد النظرية الموجية وتفنيد النظرية الجسيمية وفيما يلي وصف لهذه التجربة:

"يوضع مصدران نقطيان للضوء أحدهما بالقرب من الآخر ويعلوه رأسياً، وأمامهما مرآة تدور حول محور رأسي. يضاء المصباحان في لحظة واحدة. تمر الأشعة الصادرة من النقطة الأعلى من خلال أنبوبة ممتلئة بالماء، أما الأشعة الصادرة من النقطة السفلى فتصل إلى المرآة دون أنْ تمر في طريقها بغير الهواء. ونفترض أنَّ المرآه تدور من اليمين إلى اليسار بالنسبة للمشاهد. إذا كانت نظرية الانبعاث (نظرية الجسيمات) صحيحة، أي إذا كان الضوء مادة فسوف تبدو النقطة العليا على يسار النقطة السفلى (بعد انعكاسها على المرآة). وعلى العكس من ذلك سوف تبدو على يمينها إذا كان الضوء هو نتيجة انتشار ذبذبات خلال الوسط الأثيري... هل تظهر صورة النقطة العليا

على يسار النقطة الأخرى؟ في هذه الحالة يكون الضوء جسماً. هل الحال هو العكس؟ هل تظهر الصورة الأعلى إلى اليمين؟ في هذه الحالة يكون الضوء تموجاً."[1]

وكانت نتيجة التجربة أنْ ظهرت النقطة العليا إلى اليمين، وبهذا فُنِّدتْ النظرية الجسيمية للضوء، وتم تأييد النظرية الموجية، وقد أثبتت هذه النظرية قدرة في تفسير معظم الظواهر الضوئية. ويرى آينشتاين أنَّ التجربة الحاسمة ذات وجه واحد بحيث لا يمكنها تأييد أكثر من نظرية واحدة، حيث يقول: "تتكرر الاختبارات التي تستطيع أنْ تصدر حكماً بالحياة أو الموت على نظرية ما كثيراً في تاريخ علم الطبيعة، وهي تسمى تجارب حاسمة، والذي يقرر إذا كانت التجربة حاسمة أم لا هو صيغة السؤال نفسه، ولا يمكن اختبار أكثر من نظرية واحدة بتجربة واحدة من هذا النوع."[2]

إنَّ أي اشتقاق من اشتقاقات النظرية لا يكون ذا أهمية ما لم يكن قابلاً للاختبار التجريبي ولو مبدئياً، إذ في هذا الحالة تنتفي العلاقة بين النظرية والظواهر الطبيعية، وهذا شرط يحرص عليه الفيزيائيون كما تنتفي إمكانية تأييد الفرض أو تفنيده، وذلك لأنَّ عملية التحقق تتم من خلال العلاقة بالعالم الخارجي والظواهر والحوادث.

يرى (همبل) أنَّه لا ضرورة لأنْ يكون اختبار اشتقاقات النظرية من النوع التجريبي، أو ما يسميه بالبنية الاستقرائية، بل يرى أنَّ "التأييد قد يأتي من أعلى، أي من فروض ونظريات أكثر شمولاً تتضمن الفرض أو النظرية المقررة، ولها تأييد بالبينة مستقل."[3] كما أنَّ الفرض الذي يُدَعَّم باختبار تجريبي وتأييد نظري يكون أقوى مما لو اقتصر على أحدهما.

---

1) فرانك، فيليب: فلسفة العلم، ترجمة علي علي ناصف، المؤسسة العربية للدراسات والنشر بيروت، ١٨٨٣، ص ٢٤٥.

2) اينشتاين، البرتو ليوبولد أنفلد: تطور علوم الطبيعة، ص ٣١.

3) همبل، كارل: فلسفة العلوم الطبيعية، ترجمة، جلال محمد موسى، دار الكتاب المصرى، القاهرة، ١٩٧٦، ص ٥٧.

لقد ذكرت في الفصل الأول أنَّ للنظرية قواعد تطابق، أو قاموساً يقوم بربط المفاهيم والحدود النظرية الموجودة في الحساب الصوري، أو مجموعة البديهات بالمفاهيم القابلة للملاحظة، وبذلك تقوم قواعد التطابق بجعل اشتقاقات وتنبؤات النظرية قابلة للاختبار تجريبياً من خلال ربطها بأقوال الملاحظة. وقد أكد برجمان على ضرورة مطابقة النظرية بجميع مفاهيمها لمجموعات من الإجراءات وأن المفهوم الذي لا يطابق مجموعة من الإجراءات سواء أكانت إجراءات فيزيائية أداتية، أو إجراءات عقلية رياضية (إجراءات القلم – والورقة) فإنَّه ليس له معنى، وبالتالي تكون النظرية صادقة إذا كانت مفاهيمها مطابقة لمجموعة من الإجراءات الفيزيائية أو العقلية.

وقد ميز برجمان بين نظريات صادقة (True) ونظريات ممكنة (Possible). والنظرية الصادقة عند برجمان هي التي تكون جميع افتراضاتها الأساسية قابلة للتحقق على نحو مباشر بواسطة الإجراءات، والنظرية الممكنة هي التي تكون هذه الإجراءات غير ممكنة بالنسبة لها. والميكانيكا الكلاسيكية مثال على النظرية الصادقة، أما ميكانيكا الكم فتقدم مثالاً على النظرية الممكنة.[1] ولكن النظرية الفيزيائية لا يمكنها أنْ تفي بهذا الشرط الإجرائي: ذلك لأنَّ الافتراضات الأساسية في النظرية كما رأينا هي عبارة عن مسلمات أو بديهات لا يمكن التحقق منها مباشرة بواسطة الملاحظة وإنما يتم التحقق منها من خلال الاختبار التجريبي للقوانين المشتقة منها. كما أنَّ هذه المفاهيم النظرية تساعد في تفسير الظواهر من خلال ما تقدمه من تعليلات. وقد أوضح آينشتاين هذا الموقف في رده على مقال كتبه برجمان تحت عنوان "نظريات آينشتاين ووجهة النظر الإجرائية"، حيث يقول آينشتاين: "لكي نتمكن من اعتبار نظام منطقي ما بوصفه نظرية فيزيائية فليس من الضروري أنْ نشترط على جميع تأكيداته أنْ تكون قابلة للاختبار إجرائياً على نحو مستقل، إنَّ هذا في الواقع لم يتحقق حتى الآن من قبل أية نظرية ولا يمكن تحقيقه إطلاقاً، فلكي يمكننا اعتبار نظرية ما بوصفها نظرية

1) Bridgman, P. W.: The Nature of Physical Theory, P. 95.

فيزيائية؛ يكون من الضروري فقط أنْ تتضمن تأكيدات قابلة للاختبار بشكل عام."[1]

وهكذا كلما كانت التجارب الجديدة مؤيدة لاشتقاقات النظرية، كلما زادت ثقتنا بها وتعززت، ويمكننا الاعتماد عليها في تفسير الظواهر، ولكن مع ذلك فمهما زاد عدد الوقائع الملاحظة التي تؤيد النظرية فإنَّها لا تعطينا يقيناً بأن النظرية صادقة تماماً وأكيدة؛ ذلك لأنَّ اشتقاقات النظرية تقدم عدداً غير محدود من الحقائق التي يتوجب التثبت من صدقها، ويسجل جون كيمني ملاحظتين سلبيتين حول المشاهدات والتجارب التأييدية هما: أنها "أولاً تقريبية... مما يجعلنا غير متأكدين بأنَّه قد جرى التحقق من صحة التكهن، ثانياً: أنَّ التحقق من تكهن واحد أو من عدد محدود من التكهنات لا يجعل النظرية أكيدة. ذلك لأنَّه سيظل ثمة عدد لا متناه من الفرضيات المتنافسة تستطيع كلها أنْ تعلل جميع الحقائق المعروفة. إذاً ففي هذه الحال أيضاً نجد أنَّنا لا نستطيع إلا القول الاحتمالي."[2]

وهكذا فإن إمكانية وجود تجارب جديدة تبقى مفتوحة دائماً، وعليه فإنَّ هذه التجارب التي تؤيد النظرية تعطينا ثقة أكبر أو أقل بالنظرية، أي تقدم نسبة معينة من الاحتمال وحسب، ولا تجزم بالصدق أو الكذب، وهكذا فإن "كل ما تستطيع الوقائع الملاحظة أنْ تفعله هو أنْ تجعل النظرية محتملة أو مرجحة، ولكنها لا تجعلها ذات يقين مطلق أبداً."[3] لذا فإنَّ التحقق من صدق النظريات له علاقة وثيقة بنظرية الاحتمالات وحساب الاحتمال، حيث يرى رايخنباخ أنَّ نظرية الاحتمال هي التي تمدنا بأداة المعرفة التنبؤية، حيث تصبح تنبؤات النظرية مجرد ترجيحات لكونها متعلقة بالظواهر التي ستحدث في المستقبل "فالحكم المتعلق بالمستقبل لا يمكن أنْ يصدر مقترناً بادعاء أنه

---

1) Schilpp, P.A.(Ed): Einstein. E.: Philosopher – Scientist, The Library of living Philosophers, U. S. A, 1970 P. 679.

2) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ص ١٥٣.

3) رايشنباخ، هانز: نشأة الفلسفة العبمية، ترجمة الدكتور فؤاد زكريا، دار الكتاب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٨، ص ٢٠٤.

صحيح، إذ أنَّنا نستطيع أنْ نتصور دائماً أنَّ العكس هو الذي سيحدث، وليس هنالك ما يضمن أنَّ التجربة المقبلة لن تحقق ما هو اليوم مجرد خيال، هذه الحقيقة ذاتها هي الصخرة التي تحطم عليها كل تفسير عقلاني للمعرفة. فالتنبؤ بالتجارب المقبلة لا يمكن التعبير عنه إلا بمعنى أنه محاولة وينبغي أنْ نعمل حساباً لاحتمال كذبه، فإذا اتضح خطأ التنبؤ، كنا على استعداد لمحاولة أخرى، وهكذا فإن طريقة المحاولة والخطأ هي الأداة الوحيدة للتنبؤ. والحكم التنبؤي ترجيح، فبدلاً من أنْ نعرف حقيقته، نعرف نسبته فقط وهي النسبة التي تقاس على أساس احتماله."[1] وطالما كانت النتيجة احتمالية تعتمد على النسبة، فحتى الترجيح يصبح متفاوتاً ما بين ترجيح أفضل من آخر حسب مقدار نسبته وهكذا.

وإذا كان رجحان صحة النظرية يعتمد على التجارب التي تؤيد صدقها بحيث كلما ازدادت التجارب التأييدية كلما تعززت ثقتنا بالنظرية، فإن (كارل بوبر) قد اختار طريقاً آخر للتثبت من صدق النظريات وهو ما عرف بمبدأ التكذيب (The Principle of Falsification)، فبدلاً من القول بأنَّ النظرية قابلة للتأييد يقول (بوبر) إنَّ النظرية قابلة للتكذيب فما معنى هذا القول؟

١٤ - مبدأ التكذيب لكارل بوبر

يرى (كارل بوبر) أنَّ بناء النظرية لا يتم بطريقة استقرائية خالصة، بل يلعب التخيل العلمي والإبداع دوراً في ذلك، ولكن (بوبر) لا يلغي دور التجربة والملاحظة في الانطلاق لصياغة النظرية العلمية، ويؤكد بوبر على دور الاستدلالية في التحقق من صدق مشتقات النظرية، حيث يرى وجوب استخدام منطق استدلالي لاختبار نظرية ما واشتقاق أقوال فردية من النظريات، بحيث تكون هذه الأقوال قابلة للملاحظة ويمكن اختبارها، ويسمِّي بوبر الأقوال الفردية المشتقة من النظرية بالأقوال الأساسية Basic Statements ويرى أنَّها قابلة للتكذيب. والأقوال الأساسية هنا تعني جميع الأقوال الفردية التي تكون متماسكة ذاتياً.[2] ويرى (بوبر) أنَّ النظرية لكي

---

1) المصدر السابق: ص ٢١٢.

2) Popper, K.: Logic of Scientific Discovery, P. 84.

تكون قابلة للتكذيب يجب أنْ توصف بأنَّها تجريبية. ويرى أنَّ البعض يقوم بعدة محاولات لأجل وصف نظرية ما بأنَّها تجريبية ومن هذه المحاولات:

المحاولة الأولى: إنَّ النظرية توصف بأنَّها تجريبية إذا أمكن اشتقاق أقوال فردية منها.[1] ويرى (بوبر) أنَّ هذه المحاولة فاشلة لأنَّنا كي نستنتج أقوالاً فردية من نظرية ما، فإننا نحتاج دائماً إلى أقوال فردية أخرى تمثل مجموعة الشروط الأولية التي تخبرنا بكيفية الاستعاضة عن متغيرات النظرية واستبدالها.

المحاولة الثانية: تقوم بوصف النظرية بأنَّها تجريبية إذا أمكن اشتقاق أقوال فردية منها بمساعدة أقوال فردية أخرى تعمل بوصفها شروطاً أولية.[2] ويرى (بوبر) أنَّ هذه المحاولة لا تميز بين النظريات التجريبية وغير التجريبية (المنطقية) ذات الصفة التكرارية Tautologicalحيث نستطيع في الأخيرة اشتقاق أقوال فردية من أقوال فردية أخرى.

المحاولة الثالثة: تصف النظرية بالتجريبية إذا أمكن اشتقاق أقوال فردية منها بالاستعانة بقضايا فردية أخرى، والتي تمثل مجموعة الشروط الأولية، شريطة أنْ تكون الأقوال المشتقة أكثر مما نستطيع اشتقاقه من الأقوال المساعدة لوحدها.[3] ويرى بوبر أنَّ هذه الصياغة تستبعد النظريات المنطقية التكرارية، إلا أنَّها لا تستبعد الأقوال التركيبية الميتافيزيقية، مثل القول إنَّ لكل حادثة علة وإنَّ نكبة ما حدثت هنا، فيستنتج منها أنَّ لهذه النكبة علة أو سبباً.

ويطرح كارل بوبر صياغة تمكننا من اعتبار نظرية ما بوصفها نظرية تجريبية، وذلك من خلال تأكيده بأن على النظرية أنْ تسمح لنا باشتقاق "أقوال فردية تجريبية أكثر مما نستطيع اشتقاقه من مجموعة الشروط الأولية لوحدها."[4] ويشير (بوبر) في الهامش بأن هذه الصياغة الأخيرة إذا أُخذت كمعيار للتمييز بين النظريات العلمية التجريبية والنظريات غير

1) Ibid: P. 84.
2) Ibid: P. 85.
3) Ibid: P. 85.
4) Ibid: P. 85.

العلمية فإنَّ "الصياغة الحالية تعتبر مكافئة لقابلية التكذيب."[1] فإذا كان القول الأساسي (ب٢) لا يستنتج من (ب١)، ولكنه يستنتج من (ب١) معطوفاً مع النظرية (ت) ومضافاً إليها، وهو ما يمثل الصياغة الأخيرة عند بوبر، إذاً فإنَّ هذا يوصلنا للقول بأن عطف (ب١) مع نفي (ب٢) يناقض أو يكذب النظرية (ت). ولكن عطف (ب١) بنفي (ب٢) هو قول أساسي، وعليه فإن بوبر يرى أنَّ معياره هذا يشترط ويتطلب وجود قول أساسي مكذب، أي يتطلب قابلية التكذيب، وبهذا يرى ضرورة إقامة وتأسيس تعريف التكذيب على مجموعة جزئية من الأقوال الفردية، وهو الفرض الذي من أجله يحتاج بوبر الأقوال الأساسية، ويرى أنَّ نظرية ما تكون تجريبية أو تكذيبية:

إذا استطاعت أنْ تقسم على نحو واضح مجموعة الأقوال الأساسية المحتملة إلى مجموعتين غير فارغتين، الأولى هي مجموعة جميع الأقوال الأساسية التي لا تتفق معها، والثانية مجموعة القضايا الأساسية التي لا تناقضها.[2]

وهكذا فإنَّ النظرية قابلة للتكذيب إذا ما قبلنا أقوالاً أساسية تناقض النظرية، هذه الأقوال تؤخذ بوصفها تزودنا بأساس كاف لتكذيب النظرية، وعلى أنْ تكون هذه الأقوال الأساسية أساساً لتأييد فرضيات أخرى. أي أنَّ بوبر لم يقسم الأقوال كما فعلت التجريبية المنطقية إلى قسمين:

أقوال لها معنى تجريبي وأقوال ليس لها معنى تجريبي، وبالتالي رفض الأقوال التي ليس لها معنى تجريبي، بل إنَّ بوبر يقسم الأقوال إلى قسمين:

١- أقوال تتفق مع النظرية فتؤيدها.

٢- أقوال تتعارض مع النظرية فتكذبها، ويؤكد بوبر على هذا القسم من الأقوال في مجال التثبت من النظريات.

ويرى الدكتور ياسين خليل أفضلية مبدأ التكذيب الذي طرحه بوبر على مبدأ التثبت الذي طرحته التجريبية المنطقية من ناحتين حيث يقول:

---

1) Ibid: P. 85.
2) Ibid: P. 86.

" إنَّ مبدأ بوبر يختلف عن مبدأ التثبت الذي مارسته التجريبية المنطقية في عدم سماحه للمعنى كمعيار للتمييز، وإنَّه يسمح للفرضيات التي لم تثبتها التجربة بعد باعتبارها علمية على الرغم من عدم وجود التجربة لإثباتها. وبذلك يتلافى (بوبر) النقص الذي اصاب التجريبية المنطقية في معاملتها للنظريات العلمية والقضايا العلمية التي لم تثبتها التجربة بعد، ذلك لأنَّ بوبر يعتقد أنَّ بعض القضايا الميتافيزيقية ذات فائدة للعلم، وأنَّه ليس كل الميتافيزيقا زائفة."[1]

ثم يوضِّح كارل بوبر درجات للتكذيب بالطريقة الآتية: [2]

١- إنَّ القول (س) قابل للتكذيب بدرجة عالية أو له قابلية اختبار أفضل من القول (ص)، إذا، وفقط إذا، كانت مجموعة التكذيبات المحتملة لـ(س) تتضمن المجموعة المحتملة من التكذيب لـ(ص)، والصيغة الرمزية هي:

ت س > ت ص

إذا كانت (ت) تعني تكذيب، و(>) يعني أكبر من.

٢- إذا كانت المجموعة المحتملة من التكذيب للقولين (س، ص) متماثلة، اذن تكون لهما نفس القابلية من التكذيب.

ت (س) = ت (ص)

٣- إذا لم تحتو أي من المجموعتين المحتمليتين من التكذيبات للأخرى، فلا يكون لمجموعتي الأقوال درجات تكذيب متقاربة.

ت (س) || ت (ص)

وقد حاول جون كيمني أنْ يقدم سببين يعارض بهما القول بتكذيب النظرية تماماً، بسبب وجود مشاهدة واحدة معاكسة لا تستطيع النظرية تعليلها، حيث يرى أنَّ هذا القول فيه الكثير من المغالاة، لذلك فهو يقول: "إنَّه اشتطاط في تبسيط الامور أنْ نقول ب أنَّ مشاهدة معاكسة واحدة يمكن لها

---

1) د. ياسين خليل: مقدمة في الفلسفة المعاصرة، منشورات الجامعة الليبية، ١٩٧٠،ص ٢٨٧.

2) Popper, K.: Logic of Scientific Discovery, P. 115 – 116.

أنْ تقيم الدليل على بطلان نظرية ما. إنّه اشتطاط في التبسيط: أولاً، لأنّ المشاهدات والتكهنات تقريبية، فلا يمكن لنا إلاّ أن نصرح بأقوال احتمالية... وثانياً، لأن التكهنات تستند إلى عدة نظريات، هنالك إذاً، إمكانية الخيار في أي النظريات نطرحها جانباً... وعليه فالمشاهدة المعاكسة الواحدة لا تستطيع أكثر من أنْ تجعل النظرية أقل احتمالاً، أو تجعل بالأحرى مجموع النظريات أقل احتمالاً (وبقول أدق، فليس من المحتمل أنْ يكون المجموع صحيحاً برمته)."[1]

الآن وبعد اختبار النظرية تجريبياً بواسطة الملاحظات والمشاهدات المؤيدة، أو اختبارها بواسطة التجربة الحاسمة أو بواسطة مبدأ التكذيب، فإذا وجدنا أنَّ هنالك عدة فروض تصمدأما الإختبار، فكيف نتمكن من اختيار نظرية واحدة من بين النظريات العديدة الممكنة؟ وما هي الأسس التي يقوم عليها الاختيار والتفضيل بين النظريات؟ وبتعبير آخر ما هي المعايير التي تحكم قبولنا لنظرية معينة دون سواها؟

١٥ - البساطة ودور المعاييرالعلمية في اختيار النظريات

مع أنَّ قيمة النظرية تعتمد بالدرجة الأولى على مدى صدقها، إلا أنَّه يمكننا القول، مع لندساي، وبصورة عامة، في مجال التفاضل بين النظريات أنَّه: "ليست هنالك نظرية يمكن أنْ تصنف بوصفها أصدق من نظرية أخرى."[2] إذاً كيف نفاضل بين عدة نظريات وضعت لتفسير مجموعة معينة من الوقائع؟ وكيف يتم اختيار واحدة من بين هذه النظريات، بوصفها أفضلها جميعاً من ناحية تفسير الوقائع؟.

على النظرية التي يتم اختيارها من بين عدة نظريات ممكنة، أنْ تكون نتائجها متفقة مع الوقائع الملاحظة، وقد أكد فلاسفة العلم على هذا الشرط كثيراً، ويرى (دوهيم) أنْ تطابق القضايا النظرية مع الافتراضات الأساسية "مع التجربة هو المعيار الأساسي لصدق النظرية الفيزيائية."[3]

---

1) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ص ١٥٣.

2) Lindsay, R. B.: Critique of Operationalism in Physics, P. 463.

3) Duhem. P.: The Aim and Structure of Phusical Theory, P. 21.

وقد أكد كامبيل على مسألة الاشتقاق في النظرية، حيث اعتبر أنَّ صحة النظرية تعتمد على صحة القوانين المشتقة منها، حيث يقول: "وإذا استطعنا إيجاد مثل هذه القوانين، وإثبات صحتها من خلال التجربة فإنَّنا نشعر حينئذ بثقة أكبر بكثير في النظرية، وإنْ لم تكن صحيحة، فسنعلم أنَّ النظرية غير صحيحة،ولكن قد نبقى نعتقد بأن تعديلاً طفيفاً نسبياً سوف يعيد لها قيمتها."[1] ولكن النظرية كما رأينا تقدم عدداً غير محدود من النتائج المشتقة لذلك فإنَّه من غير الممكن التثبت من جميع هذه المشتقات بواسطة التجربة، ولكن مع ذلك يمكن التثبت من عدد غير قليل منها بواسطة التجربة، وعليه تكون النظرية مقبولة إذا لم تتعارض إحدى هذه النتائج مع التجربة، وقد سبق أنْ رأينا حسب تأكيدات رايخنباخ وكيمني أنَّ التثبت من صدق النظريات مسألة احتمالية يلعب فيها حساب الاحتمالات دوراً مهماً لذلك فإن النظرية المقبولة التي يتم اختيارها، هي النظرية التي تكون نسبة احتماليتها من الصدق أكبر من النظريات الأخرى، أي تلك النظرية التي يتم التثبت من أكبر عدد ممكن من نتائجها المشتقة بواسطة التجربة. ويرى فيليب فرانك أنَّ هذا لا يعد معياراً أساسياً في التفاضل بين النظريات لأنَّه "لا يمكن الحكم على فائدة النظرية للعمل الواقعي من خلال اتفاق نتائج هذه النظرية مع المشاهدات الواقعية، فمن الممكن أنْ تكون هنالك (نظرية) تتفق مع كل الوقائع المرئية، لكنها مجرد تسجيل للمشاهدات، ولا تعتبر نظرية على الإطلاق."[2] وإذا كان معيار الاتفاق مع الوقائع والملاحظات - مع أهميته الكبيرة - غير كافٍ لتفضيل نظرية على أخرى، فهل هنالك معايير أخرى تفيد في تفضيل واختيار نظرية معينة دون سواها؟

والجواب على ذلك نعم، هنالك معايير أخرى، مثل البساطة، حيث هنالك اتفاق عام بين العلماء على تفضيل النظرية التي تقدم تفسيراً متشابهاً للوقائع، والمقصود بالبساطة هنا بساطة الصياغة الرياضية للنظرية، حيث يتم قبول النظرية التي تقدم وصفاً رياضياً أبسط للظواهر. ويناقش فيليب فرانك التساؤل التالي: "لماذا" يجب أنْ نفضل "النظرية البسيطة"؟ يقول بعض

---

1) كامبيل، نورمان: ما العلم؟ ص ٨١.

2) فرانك، فيليب: فلسفة العلم، ص ٤٠٩ .

العلماء: إنَّهم يفضلونها لأنَّ المعادلات الرياضية بسيطة وتتيح حساب النتائج على نحو أسهل وأسرع، إنَّها "اقتصادية" لأنَّها توفر الوقت والجهد. ويقول غيرهم من المفكرين: إنَّ النظريات البسيطة أكثر "روعة" و"جمالاً"، فهم يفضلون النظريات لأسباب "جمالية".[1] ويرى فرانك أنَّ الاقتصاد والجمالية ليست هي العوامل أو الأسباب الحاسمة في قبول النظريات الأبسط، بل هنالك عامل آخر هو أنَّ النظرية الأبسط تجعل العلم أكثر قدرة على الانفتاح إلى ميادين أخرى مجهولة، حيث يقول: "وإذا ما درسنا ما هي النظريات التي كانت موضع تفضيل بسبب بساطتها، نجد أنَّ السبب القاطع لقبولها لم يكن سبباً اقتصادياً أو جمالياً، بل كان ما يسمى غالباً (ديناميكية النظرية)، أي أنَّ النظرية التي كانت موضع تفضيل هي النظرية التي أثبتت أنَّها تجعل العلم أكثر (ديناميكية)، أي أقدر على التوسع إلى مجالات غير معروفة."[2]

إنَّ هذا السبب في قبول النظرية الأبسط الذي ذكره فرانك تحت اسم "ديناميكية النظرية" ،كان قد سبق لبرجمان أنْ ذكره قبل ثلاثين عاماً من تأليف فرانك لكتابه هذا، وقد أطلق عليه برجمان تسمية القيمة البراجماتية لمعيار البساطة. يرى برجمان أنَّ النظرية البسيطة تكون عناصرها البنائية أقل في العدد، ولها القدرة على تفسير عدد كبير من الوقائع، ويقول إنَّ معيار البساطة بهذا المعنى ليس له إلا مبرر واحد فقط وهو أنْ نسلم به بوصفه له قيمة براجماتية في طرح واقتراح ارتباطات وتجارب جديدة،[3] أي أنَّ للنظرية الأبسط قيمة براجماتية من حيث أنَّ لها القدرة على تقديم ارتباطات جديدة للظواهر المعروفة، وإنها تقترح في الوقت نفسه ارتباطات وتجارب جديدة.

ولكن أيتهما أفضل: النظرية المتفقة مع المشاهدات أم النظرية الأبسط؟ وبتعبير آخر "إذا كان علينا أن نختار بين نظريتين تتفق إحداهما مع الوقائع ولكنها شديدة التعقيد، أما الأخرى فهي أكثر بساطة، ولكنها أقل اتفاقاً مع الوقائع في بعض التفاصيل، فأيَّ النظرتيين نختار."[4]

---

1) المصدر السابق: ص ٤٢٣.

2) المصدر السابق: ص ٤٢٣.

3) Bridgman, P. W.: The Logic of Modern Physics, P. 51.

4) فرانك، فيليب: فلسفة العلم، ص ٤٢٤.

قد يعتبر كثير من العلماء أنَّ قيمة النظرية هي في الاتفاق مع الوقائع، فتصبح مسألة الاتفاق هذه مسألة أساسية، ثم تأتي البساطة بعد ذلك بالمرتبة الثانية، ويرى جون كيمني هذا الرأي حيث يقول: "يتوجب على الفرضية أول ما يتوجب أن تطابق الحقائق، أما مقدار بساطتها فلا يفكر فيه إلا بعد ذلك."[١]

ويرى فيليب فرانك أنَّ قيمة النظرية هي في اتصافها بالبساطة وليس باعتبارها سجلاً للمشاهدات لأنَّه ليست هنالك نظرية تتفق في جميع اشتقاقاتها مع الوقائع. وإنَّ تسجيل المشاهدات لا يعد نظرية ما لم يعرض بصيغة رياضية موجزة وبسيطة، وبهذا يعتبر فرانك أنَّ : "قبول النظرية هو دائماً نتيجة تسوية بين مطلبي (البساطة) و(الاتفاق) مع (المشاهدات)."[٢]

وقد كان معيار البساطة في بداية القرن العشرين سبباً في قبول نظرية علمية معينة من قبل أحدالفلاسفة، ورفضها من قبل آخر بعد فترة قصيرة، ألا وهو ذلك الخلاف الذي نشأ حول الهندسة الإقليدية والهندسة اللاإقليدية، حيث خلص بوانكاريه إلى نتيجة بأن العلم سوف يبقي على الهندسة الإقليدية بداعي البساطة، ونشر معتقداته حول الموضوع في كتاب ظهر عام ١٩٠٤ . ولكن في عام (١٩٠٥) ظهر القسم الأول من نظرية آينشتاين في النسبية، ثم ظهر فيما بعد قسم لاحق منها كان سبباً في هجرنا للهندسة الإقليدية. إنَّ في التواريخ الواردة أعلاه ما يحتوي على مفارقات في فلسفة العلم، ولكن ذلك لا يعني أنَّ مفكراً كبيراً مثل (بوانكاريه) قد اقترف خطأً عظيماً. إنَّما تغاضى بوانكاريه عنه هو أنَّ انتقاد أبسط أنظمة الهندسة قد لا يتأتى إلا على حساب تعقيد بالغ للنظريات الأخرى، وإنَّ بينة البساطة يجب أنْ تطبق على معرفتنا برمتها. وعندما وجد آينشتاين أنَّ النظرية التي تعلل جميع الحقائق المعروفة (أي النظرية الخاصة في النسبية) يمكن لها أنْ تبسط باعتماد هندسة غير إقليدية، لم يتردد البتة في ذلك، وعليه نشأت النظرية العامة في النسبية.[٣]

---

1) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ص ١٤٦ .

2) فرانك، فيليب: فلسفة العلم، ص ٤٢٥ .

3) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ص ١٥٦ .

ولكن مفهوم البساطة قد تم تناوله من قبل فلاسفة العلم المعاصرين من زوايا مختلفة، تتفاوت بينهم بحسب مناهجهم وفلسفاتهم، حيث يشير مفهوم البساطة عند بوانكاريه ومذهبه الاصطلاحي عموماً، إلى ما هو عملي وقابل للاستخدام للأغراض العلمية في حياتنا اليومية، كما يشير إلى ما هو جمالي كذلك، كما هو واضح في تأكيد بوانكاريه على الهندسة الإقليدية من بين الهندسات المتعددة لملاءمتها لأغراضنا العملية أكثر من غيرها.

أما كارل بوبر فإنَّه يرفض كل فهم اصطلاحي أو جمالي للبساطة، ويربط البساطة بقابلية التكذيب، حيث يقول: "إذا كانت المعرفة هي موضوعنا فإن القضايا البسيطة يجب أنْ تعتبر أفضل من القضايا الأقل بساطة، لأنَّها تخبرنا أكثر، بسبب من أنَّ محتواها التجريبي أكبر، ولأنَّها تكون قابلة للاختبار على نحو أفضل."[1] وعليه فإن النظرية الأبسط هي النظرية التي يكون محتواها التجريبي أكبر، وبذلك تكون لها قابلية للاختبار أكبر، وبحسب منهج بوبر تكون لها قابلية للتكذيب أكبر، وبهذا ترتبط درجة البساطة بدرجات التكذيب التي تكون النظرية قابلة لها.

ومع هذا فإن معيار البساطة هو من المعايير التي دار حولها نقاش كثير من قبل فلاسفة العلم المعاصرين، ولم يفصل فيها برأي حسم، كما أنَّها ليست المعيار الوحيد في قبول النظريات، حيث يعتبر معيار الاقتصاد من المعايير المهمة كذلك والذي ركَّز عليه فلاسفة العلم بدءاً بـ (إرنست ماخ) ومروراً بكل من دوهيم وكامبيل وآينشتاين وغيرهم؛ حيث تعتبر النظرية المقتصدة في بناء مقدماتها والتي تفسر عدداً كبيراً من الوقائع أفضل من غيرها من النظريات، حيث يقول همبل: " إنَّ المحتوى النسقي للمفاهيم في النظام المقتصد نظرياً هو أقوى من ذلك المحتوى للمفاهيم في نظرية أقل اقتصاداً بالنسبة لموضوع البحث ذاته. وهكذا فإنَّ الاعتبارات الخاصة بالمحتوى التنظيمي تعارض بقوة الإكثار من المفاهيم."[2]

---

1) Popper, K.: Logic of Scientific Discovery, P. 142.
2) Hemple, C. G.: Philosophy of Natural Sciences, P. 94.

١٦ - دور المعايير غير العلمية في التمسك بالنظريات

وتجدر الإشارة كذلك إلى دور المعايير غير العلمية وأثرها في قبول النظريات العلمية وتفضيل إحداها على الأخرى، والتمسك بها؛ حيث تتمثل هذه المعايير غير العلمية أحياناً بالاعتقادات المذهبية في الفلسفة، وخصوصاً تلك التى تصل حد القطعية أو الدوجماطيقية (Dogmatism) حيث ترفض كل نظرية تتعارض مع ذلك المذهب الفلسفي وتقبل فقط تلك النظريات التى تؤيده، كما تدخل الاعتبارات الدينية والميتافيزيقية في مسألة التمسك بالنظريات، كالأسباب الدينية التي كانت تفضل النظام البطليموسي على النظام الكوبرنيكي للكون.

وهناك أسباب أخرى قد تكون سياسية أو اجتماعية أو نفسية أو أخلاقية أو تربوية تؤثر في قبول النظريات، كتلك الأسباب التربوية التي دفعت إلى نبذ تعاليم أبيقورس (٣٤١ - ٢٧٠ق.م) Epicurus المادية لأنها لا تميز بين النفس والجسد.[١]

ويرى فرانك باختصار أنَّ "تقييم معيار لقبول النظرية لا يكون له معنى إلا إذا أشرنا إلى الهدف الذي تخدمه النظرية."[٢] إنَّ رأي فرانك هذا يمثل وجهة نظر براجماتية واضحة، لأنَّه يربط صحة النظرية وأفضيلتها بصحة وأفضلية الهدف الذي تصاغ أو تستخدم لأجله. ومع هذا يميز فرانك غرضين أساسيين للنظريات، عليها أنْ تخدمهما، وهما: "الاستخدام في بناء الأجهزة والتدابير (أغراض تكنولوجية)، والاستخدام في التوجيه المباشر للسلوك البشري."[٣] أي أنَّه على النظرية أنْ تأخذ بنظر الاعتبار القيمتين: العلمية التكنولوجية والإنسانية الاجتماعية، والأخيرة لها تأثير مباشر على السلوك البشري.

وبهذا تكون الإجابة عن السؤال: "ما هي النظرية التي (يجب) قبولها"؟[٤] مرتبطة بما هو الهدف الذي سوف تخدمة النظرية أولاً؟ وبهذا يقول فرانك

---

1) فرانك، فيليب: فلسفة العلم: ص ٤٢٥، حيث سقدم مناقشة مهمة للاسباب فوق العلمية التي تؤثر في قبول النظريات وكذلك مقدمة كتاب: .The Validation of Scientific Theories

2) المصدر السابق: ص ٣٨٣.

3) المصدر السابق: ص ٤٢٩.

4) المصدر السابق: ص ٤٢٨.

بأنَّه: "لا يمكن أنْ نحكم على صحة النظرية ما لم نصف غرضاً معيناً من وراء هذه النظرية."[1]

ولكن العلم يصبح وفق وجهة النظر البراجماتية هذه قابلاً للتأييد أو التنفيد، حسب الأهداف والأغراض ويفقد بذلك أساسه الموضوعي، ويجب ألا ننسى دور الوقائع في قبول النظريات، فقد تأتي الوقائع الملاحظة بدليل دامغ للنظرية فتكذبها رغم قبولها لأغراض معينة، وقد تأتي الوقائع الملاحظة بحجة قوية تؤيد النظرية، رغم رفضها من وجهة نظر سياسية أو اجتماعية أو دينية، كما حدث مثلاً في قبول نظرية كوبر نيكوس في مركزية الشمس.

كما أنَّ كثيراً من النظريات لم تكن صياغتها أو صحتها محكومة بالأغراض التي تخدمها، بل بالمتراكم المعرفي للخبرة البشرية وانفتاح العقل البشري على مجالات أرحب،كما هو الحال في مجال الفيزياء النظرية والنظريات الهندسية اللاإقليدية، فلم تكن صحتها مرهونة باستخداماتها والأغراض التي تحققها، فهندسة ريمان اللاإقليدية لم يحكم بصحتها بسبب من استخدام آينشتاين لها وتطبيقها على الكون الذي تنحني فيه الأشعة الضوئية، بل إنَّ صحتها كانت قائمة على تناسقها الداخلي وعدم تناقضها، ولم تكن أكثر من نظرية على ورق لفترة طويلة من الزمن.

إلا أنَّ فيليب فرانك يتدارك وجهة النظر البراجماتية الضيقة هذه ويوسعها، ويعطيها طابعاً شمولياً فيقول: "يمكننا أنْ نختار من بين النظريات الفيزيائية تلك النظرية التي تحقق غرضاً إنسانياً معيناً على أحسن وجه."[2]

وسجل فرانك بعد ذلك ملاحظة حول اختيار النظريات، فيها الكثير من الدقة، حيث يقول: "إنَّ مشكلة الاختيار بين النظريات المختلفة في العلوم الفيزيائية لا يمكن حلها في نطاق هذه العلوم، إذا كنا بصدد النظريات ذات التعميم العالمي."[3] مثال على ذلك فيزياء نيوتن ومبادئ نظرية الكم "قد تُقْبل أو تُرفض تبعاً لما إذا كان من المعتقد أنَّ إدخال فلسفة الحتمية في الفيزياء

---

1) المصدر السابق: ص ٤٣١.

2) المصدر السابق: ص ٤٣١.

3) المصدر السابق: ص ٤٣١.

سوف يخدم الالتزامات الأدبية أم لا. وقد اقتنع كثير من المربين، بل ومن السياسيين اعتقاداً جازماً بأنَّ "الإرادة الحرة" لا تأتلف مع الفيزياء النيوتونية، ولكنها تأتلف إئتلافاً شديداً مع نظرية الكم. وقد كانوا مقتنعين أيضاً بأنَّ إيمان المواطن بالإرادة الحرة أمرٌ مرغوب فيه، وقد مارسوا ضغوطاً معينة في صالح صياغة الفيزياء الذرية الفرعية صياغة "لا حتمية". ولا شك أنَّ ما يعتمل في أذهانهم هو الغرض الاجتماعي من العلم أياً كانت أغراضه التكنولوجية."[1]

ومع هذا فإن الأسباب غير العلمية، وإنْ كانت تؤثر في قبول النظريات وتفضيلها، إلا أنَّ أثرها أقل من الأسباب العلمية التي ذكرت سابقاً.

ويمكن تلخيص أسباب قبول وتفضيل النظريات العلمية كما يلي:

ا - الأسباب العلمية:

١- الاتفاق الأكبر مع الوقائع الملاحظة

٢- البساطة - بأسبابها

ديناميكية النظرية

جماليتها

اقتصادها

عمليتها

٣- الاقتصاد.

ب - الأسباب غير العلمية:

١- الإعتقادات الفلسفية المذهبية (الدوجماطيقية).

٢- الأسباب الدينية.

٣- الأسباب السياسية.

٤- الأسباب الاجتماعية والنفسية والأخلاقية والتربوية.

---

1) المصدر السابق: ص ٤٣٠.

المصادر والمراجع
القسم الثالث

الموسوعات:

Encyclopedia of Philosophy: The Macmillan Company and the Free Press، New York, 1967.

الكتب الاجنبية:

Bridgman, P.W.: The Logic of Modern Physics, The Macmillan Company, New York, 1954.
Bridgman, P.W.: The Nature of Physical Theory, John Wiley and Son's Inc., New York, 1964.
Bridgman, P.W.: The Nature of Some of our Physical Concepts, Philosophical Library, New York, 1952.
Bridgman, P.W.: Reflections of A Physicist, Philosophical Library, New York, 1955.
Braithwaite, R. B.: Scientific Explanation, The University Press, Cambridge, 1968.
Campbell, N.: Foundations of Science (Physics: The Elements), Dover Publications, New York, 1957.
Duhem, P.: The Aim and Structure of Physical Theory, Trans. by P. P. Wiener, Princeton, New Jersey, 1954.
Frank, P. H.: (Ed) The Validation of Scientific Theories, The Beacon Press, Boston, 1956.
Gress, L.: (Ed) Symposium on Sociological Theory, Evanston, 1959.
Hempel, C.: Philosophy of Natural Sciences, Prentice-Hall, Inc., London, 1966.
Hesse, M.B.: Models and Analogies in Science, Sheed and Ward, London, 1963.
Hesse, M.B.: The Structure of Scientific Inference, Macmillan, London, 1974.
Margenau, H.: The Nature of Physical Reality, McGraw-Hill Books Company, New York, 1950.
Nagel, E.: The Structure of Science، Rutledge and Kegan Paul, London, 1971.
Northrop, F. S. C.: The Logic of Science and Humanities، Macmillan, New York, 1957.
Poincare, H.: The Value of Science, Trans by G. B. Halsted, Dover Publications, Inc., New York, 1958.
Popper, K.: The Logic of Scientific Discovery, Science Edition Inc., New York, 1961.

Ramsey, F. P.: The Foundations of Mathematics، Rutledge and Kegan Paul Ltd., London, 1954.
Schilpp, P.A. (Ed): Albert Einstein: Philosophers-Scientist, The Library of Living Philosophers, U.S.A., 1970.

المقالات الاجنبية:

Achinstein, P: Models, Analogies and Theories, Phil. Sci., Vol. 3, 1964.
Brodbeck, M.: Models, Meaning and Theories, In Symposium on Sociological Theory, (Ed) by Gress, L., Evanston, 1959.
Hesse, M. B.: Laws and Theories, Ency. Phil., Vol. 4, 1937.
Lindsay, R. B.: Operationalism in Physics, in the Validation of Scientific Theories, (Ed) by Frank. Ph., The Beacon Press, Boston, 1956.

المصادر باللغة العربية:

آينشتاين، البرت وليوبولد انفلد: تطور علوم الطبيعة، ترجمة محمد عبد المقصود النادي وعطية عبد السلام عاشور، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة.

رايشنباخ، هانز: نشاة الفلسفة العلمية، ترجمة الدكتور فؤاد زكريا، دار الكاتب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، 1968.

فرانك، فيليب: فلسفة العلم، ترجمة علي علي ناصف، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، بيروت، 1983.

كامبيل، نورمان: ما العلم؟ ترجمة عبد الهادي محمد العاني، مطبعة جامعة بغداد، 1981.

كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ترجمة امين الشريف، المؤسسة الوطنية للطباعة والنشر، بيروت، 1965

همبل، كارل: فلسفة العلوم الطبيعية، ترجمة جلال محمد موسى، دار الكاتب المصري، القاهرة، 1976

ياسين خليل: الطريقة البديهية في المنطق والرياضيات والفيزياء النظرية، مجلة كلية الاداب، العدد 21، المجلد الاول، 1976 ــ 1977

ياسين خليل: مقدمة في الفلسفة المعاصرة، منشورات الجامعة الليبية، 1970.

ياسين خليل: منطق البحث العلمي، بغداد، 1974

ياسين خليل: منطق المعرفة العلمية، منشورات الجامعة الليبية، 1971

القسم الرابع

بنية العلم والافتراضات الميتافيزيقية المسبقة[1]

١ . مدخل

٢ . تحديد المفاهيم

٣ . أنواع علاقة العلم بالميتافيزيقا

٤ . نقد الآراء التي تناولت علاقة العلم بالميتافيزيقا

٥ . معنى يفترض مسبقاً

٦ . مبادئ العلم: مبدأ السببية، ومشكلة مبدأ الإستقراء

٧ . الفروض العلمية

٨ . المفاهيم العلمية: مفهوم الذرة

٩ . المفاهيم ومعيار المعنى

١٠ . القوانين العلمية والإفتراضات

١١ . النظريات العلمية

---

1) هذا القسم يتضمن بعض التكرار لما ورد في الأقسام الثلاثة السابقة ولكن المادة العلمية طُرحت ونوقشت هنا من زاوية علاقة العلم بالإفتراضات الميتافيزيقية المسبقة.

١- مدخل

أصبح العلم في نظر الإنسان المعاصر عقيدة جديدة ودوغمائية لاتنازع؛ حتى أنَّ كثيراً من الأمور الحياتية أصبحت تكتسب مصداقيتها من مقولة: "أُثبت علمياً". اكتَسَبَ العلم هذه السمعة الحسنة من دقة منهجه التجريبي، والموضوعية التي يتصف بها، واللغة الرياضية الدقيقة التي يعبر بها عن الحقائق. فأصبح العلم وكأنه سبيلنا الأفضل في معرفة الكون وكشف أسراره ومعرفة الطبيعة "والسيطرة عليها" وأنَّه يتمتع باستقلالية تامة عن حقول المعرفة الأخرى، وأنَّه المسؤول عن إيصالنا للحقيقة. وقد أرسى دعائم هذا الاعتقاد أيضاً ذلك التقدم الهائل للعلم وتطبيقاته التكنولوجية، التي لفتت أنظار الناس إليها، وحصرتها في تلك الجوانب العملية وماتجلبه من نفع. إنَّ طغيان النظرة العلمية هذه أدى بالنتيجة إلى التقليل من أهمية المعارف والحقول الفكرية الأخرى - الاجتماعية والفلسفية والروحية والأدبية - التي لا تعود بفائدة علمية مباشرة وملموسة أو أنَّ فائدتها غير واضحة بشكل مباشر.

إلا أنَّ نظرة أعمق وأشمل لصلب تلك المعارف والعلوم الطبيعية والإنسانية تبين ما بينها من صلة وتفاعل مستمرين، بل ومن استفادة بعضها من بعض، ولعل القارئ يفاجئ عندما يسمع حديثاً عن علاقة العلم بالميتافيزيقا، ذلك لأنَّ الاعتقادات السائدة تنحو نحو اعتبار العلم يقوم على أرض تجريبية بحتة من ناحية مادته أو وسائله المستخدمة في المنهج، أما الميتافيزيقا فإنَّها ذات مادة ومنهج مختلفين من ناحية ابتعادهما عن الأسس التجريبية التي يعتمدها العلم؛ حيث لا يمكن أنْ تقوم بينهما صلة أو أنْ تربطهما علاقة. لهذا السبب آثرت أنْ أتناول هذا الموضوع بشيء من الدراسة والتفصيل، لمناقشة وتحليل نوع وطبيعة علاقة العلم بالميتافيزيقا من خلال مناقشة أسس المعرفة العلمية.

٢- تحديد المفاهيم

يناقش هذا القسم أسس العلم من حيث علاقتها بالافتراضات الميتافيزيقية، التي لا يمكن للعلم أنْ يقوم بدونها. هذا البحث لا يتناول الجانب التاريخي في علاقة العلم بالميتافيزيقا، لأنَّ الدراسة ليست تاريخية، بل يتناول بنية العلم ومكوناته الداخلية، وبعض المبادئ التي لا غنى له عنها في

المنهج، إضافة إلى الغاية المتوخاة في صياغة النظرية العلمية. وذلك لمعرفة مدى علاقة العلم (الذي يسعى نحو التجريبية في أسسه والاستدلالية واستخدام الرياضيات في صياغاته) بالميتافيزيقا. وفي موضوع كهذا أرى من المفيد إبعاد المنهج التاريخي وإقصائه من مجال البحث واستخدام منهج التحليل المنطقي بدلاً منه؛ لأنَّه يقدم أداة فعالة في تحليل بنية العلم ومكوناته والعلاقات التي تربط بينها، كما يوضح ما يتضمنه العلم من افتراضات ميتافيزيقية في مجال المفاهيم والمبادئ.

إنَّ تحديد مجال البحث والمنهج المتبع لا يكفي ما لم أحدد ما المقصود هنا بكلمتي (علم) و(ميتافيزيقا)، فكلمة علم تشير إلى كل معرفة تسعى نحو التجريب والتكميم، واستخدام الرياضيات، وصياغة قوانين ونظريات لتعليل الوقائع والتثبت من النظريات تجريبياً؛ أي أنَّ مايسمى بالعلوم المعيارية كالأخلاق مثلاً، لا يدخل في هذا المجال، أما الميتافيزيقا فإن المقصود بها هنا جميع المفاهيم والعبارات والقضايا التي لا يمكن التحقق من صحتها تجريبياً بصورة مباشرة، كما أنَّها في الوقت ذاته ليست مفاهيم لقضايا رياضية أو منطقية، أي ليست تحليلية أو من قبيل قضايا تحصيل الحاصل Tautology في المنطق. إنَّما سبق قوله عن العلم والميتافيزيقا لا يمثل تعريفاً قاموسياً لهما بقدر ما يمثل تحديداً لموضوع البحث الذي سنناقشه.

٣- أنواع علاقة العلم بالميتافيزيقا

أود أنْ أشير أولاً إلى أنَّ علاقة العلم بالميتافيزيقا ليست ذات طبيعة واحدة أو شكل واحد بل إنَّ هذه العلاقة تتخذ أشكالاً متعددة ويمكن تقسيمها إلى أصناف ثلاثة هي:

أ- إنَّ العلم يؤدي في مسيرته وتطوره إلى بناء ميتافيزيقا: أي أنَّ الفلاسفة يستفيدون من نتائج العلم لتضمينها في مذاهبهم الفلسفية الميتافيزقية بعد تفسيرها بما ينسجم ومذهبهم الفلسفي، حيث نجد هذا مثلاً عند ليبنتز G.W. Leibniz، وجيمس جينز James Jeans، وألفرد نورث وايتهيد A.N. Whitehead، وصموئيل الكساندر S.

Alexander أي أنَّ علاقة العلم بالميتافيزيقا هنا علاقة إيجابية، حيث تستفيد الميتافيزيقا من نتائج العلم.[1]

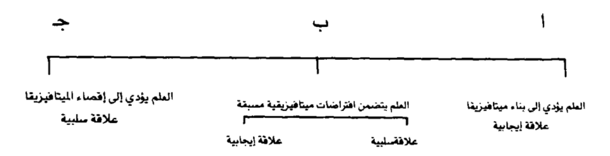
ب- إنَّ العلم يتضمن افتراضات ميتافيزيقية مسبقة يستخدمها في مسيرته وتطوره، إضافة إلى استناده إلى مفاهيم وقضايا تجريبية يستعين بها من أجل تفسير ظواهر الطبيعة. وهذه العلاقة تنقسم إلى شقين هما:

١- علاقة إيجابية، إذ يستفيد العلم من الافتراضات الميتافيزيقية في تقدمه وتطوره.

٢- علاقة سلبية، لأنَّ بعض هذه الافتراضات الميتافيزيقية قد أضرت بالعلم وكانت عقبة في سبيل تقدمه.

جـ - إنَّ العلم في تطوره ودقة نتائجه يؤدي عند بعض المفكرين والفلاسفة إلى إقصاء الميتافيزيقا وإنكارها ونفيها؛ نجد هذا واضحاً في بعض مذاهب فلسفة العلم، وفي موقف الفلسفة الوضعية عموماً من الميتافيزيقا، وموقف التجريبية المنطقية منها بوجه خاص.[2] أي أنَّ العلاقة هنا علاقة سلبية، حيث يؤدي العلم إلى إقصاء الميتافيزيقا من مجال البحث بوصفها خالية من المعنى.

ويمكن توضيح هذه الأشكال الثلاثة في علاقة العلم بالميتافيزيقا بواسطة المخطط الآتي:



إنَّ موضوع بحثنا على وجه الحصر والتحديد هو العلاقة الإيجابية من الفرع (ب) مع التطرق باختصار إلى العلاقة السلبية من الفرع (ب) كذلك.

---

1) Whitehead, A.N.: Process and Reality, An Essay in Cosmology, New York 1941. And Alexander, S.: Space, Time, and Deity, Macmillan,London,1966.

2) Ayer, A.J.: (Ed.) logical positivism. Illinois, 1960.

٤- نقد الآراء التي تناولت علاقة العلم بالميتافيزيقا

تناول بعض المفكرين علاقة العلم بالميتافيزيقا وعرضوا أفكاراً وآراء لابد من الإشارة إليها ولو على سبيل الإيجاز وهذه الآراء هي:

أ. الرأي الذي يقول بالأسس الميتافيزيقية للعلم، وقد تبنى هذا الرأي ودافع عنه ونشره أدوين أرثر بيرت Edwin Arthur Burtt في كتابه: "األأسس الميتافيزيقية للعلم الحديث"[1] الذي نشر عام ١٩٢٤ وأعيد طبعه بعد ذلك عدة مرات، حيث يرى أنَّ علماء مثل كوبرنيكوس N. Copernicus وغاليلو G. Galileo وبويل R. Boyle ونيوتن I. Newton تقوم أعمالهم العلمية على أسس ميتافيزيقية، وهذا القول، بلا شك، يفنده العلم نفسه، ذلك لأنَّ العلماء، وخصوصاً الفيزيائيين منهم، سعوا منذ القرن السابع عشر لإبعاد الفلسفة المدرسية وتأثيرات اللاهوت من مجال بحوثهم وقدموا انتقادات لأفكار أرسطو وبطليموس التي كانت سائدة آنذاك، واستبدلوا السؤال (كيف؟) بالسؤال (لماذا؟)، أي حاولوا إهمال البحث عن العلل واهتموا بالوصف، وحاولوا إحلال العلم كتفسير للطبيعة محل الفلسفة، بل وإقامته على أسس تجريبية تستعين بلغة الرياضيات في صياغة النتائج لتوخي الدقة، نلاحظ هذا مثلاً عند نيوتن الذي استبعد الفروض من مجال عمله وقدم تفسيراً للطبيعة يعتمد الصياغة الرياضية في كتابه: "المبادئ الرياضية للفلسفة الطبيعية" (The Mathematical Principles Of Natural Philosophy) وإذا تضمن كتاب نيوتن بعض الأفكار الفلسفية والتعريفات الميتافيزيقية لبعض المفاهيم مثل الزمان المطلق والمكان المطلق، فهذا لا يعني أنَّ نيوتن قد أقام فيزياءه على أسس ميتافيزيقية بل أنَّ الامر على العكس من ذلك حيث حاول نيوتن إقامة فلسفة الطبيعة على أساس تجريبي وفي إطار صياغة رياضية من خلال ما اكتشفه من حساب التفاضل والتكامل، وقد حصل هذا بالفعل وتجلى في أروع صياغة علمية للفيزياء أو ما يسمى آنذاك بفلسفة

---

1) Burtt, E.A.: The Metaphysical Foundations of Modern Science. Rutledge and Kegan Paul Ltd, London,1950.

الطبيعة في مبادئ نيوتن الثلاثة للحركة، إضافة إلى المفاهيم الأساسية ومبدأ الجذب العام.

ب. الرأي الذي يقول بالتفسيرات المتافيزيقية للعلم ونتائجه، وهم مجموعة المفكرين المهتمين باللاهوت أو ممن يدافعون عن أفكار الكنيسة حيث يحاولون تفسير نتائج العلم تفسيراً غيبياً لدعم آراء متافيزيقية وأخلاقية وتربوية، كما حدث مثلاً عند محاولة تفسير الطبيعة المَوْجيَّة للإلكترون تفسيراً غيبياً بوصفه شيئاً روحياً أو غير مادي، ثم محاولة تفسير مبدأ اللادقة Uncertainty Principle لهايزنبرغ W. Heisenberg باعتباره دفاعاً علمياً عن مسألة حرية الإرادة.[1]

جـ - الرأي الذي يقول إنَّ العلم يتضمن افتراضات متافيزيقية مسبقة، وهو موضوع بحثنا، ولعل أكثر المعاصرين قرباً لهذا الفهم هو هنري مارجينو H. Margenua في كتابه: "طبيعة الحقيقية الفيزيائية"[2] وبوجدال G. Buchdahl حيث ناقش الموضوع في مقاله: (العلم والميتافيزيقا Science and Metaphysics) الذي نشر ضمن كتاب: "طبيعة الميتافيزيقا"[3]، ولكن مقاله جاء مضطربا متداخل الموضوعات غير واضح نتيجة ما يأتي:

١- عدم تمييزه بشكل واضح بين الافتراضات الميتافيزيقية ذات الفائدة للعلم وتلك التي أضرت به في مسيرته.

٢- عدم تمييزه بين الأفكار الميتافيزيقية في العلم، والأفكار والمناقشات التي تدور حول العلم كما يبدو هذا في حديثه عن القوانين.

---

1) انظر فرانك، فيليب: فلسفة العلم، ترجمة علي علي ناصر، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، ١٩٨٣ الفصل السابع يقدم مناقشة للتفسيرات الميتافيزيقية للفيزياء النسبية، والفصل العاشر يناقش التفسيرات الميتافيزيقة للكون الذري أي في مجال نظرية الكون، وعنوان الكتاب باللغة الإنكليزية: Frank, Ph.: Philosophy of Science, Prentice - Hall, Englewood Cliffs. N.J.1962

2) Margenua. H.: The Nature of Physical Reality, McGraw -Hill Book Company INC, New York, 1950.

3) Pears, N.D .(ed.): The Nature of Metaphysics, London, 1962. p.61.

٣- عدم استخدام التحليل في موضوع يحتاج التحليل والتوضيح، وهذا ناتج عن اهتمام (بوجدال) بالدراسات التاريخية لمثل هذا الموضوع، كما نلاحظ هذا واضحاً في كتابه: "الميتافيزيقا وفلسفة العلم."[1]

٥- ما معنى: "يفترض مسبقاً"؟

لتوضيح ما أعنيه بالافتراضات المتافيزيقية المسبقة، أرى من الضروري أولاً أنْ أوضح ماذا نعني بقولنا: "يفترض مسبقاً" وباللغة الإنجليزية: Presuppose.

عندما نقول إنَّ حريقاً شب في مكان معين، فإنَّنا نفترض مسبقاً وجود الأوكسجين الضروري لعملية الاحتراق التي تتضمن هذا الشرط الضروري:

فإذا قلنا إنَّ ا يفترض مسبقا ب

فهذا يعني أنَّ ا يتضمن ب

وإنَّ نفي ب يؤدي الي نفي ا

أي أنَّ ب شرط ضروري لقيام ا ولا يقوم ا إلا بوجود ب

ولكن الأوكسجين وإنْ كان شرطاً ضرورياً للاحتراق، إلا أنَّه ليس بالشرط الوحيد الكافي، لأنَّ الاحتراق لا يتم ما لم تتوافر شروط أخرى، مثل مواد قابلة للاحتراق ودرجة جفاف معينة وغير ذلك. أي أنَّ ب وإنْ كانت شرطاً ضرورياً لقيام ا، فإنَّها ليست بالشرط الوحيد الكافي لقيام ا، بل لابد من وجود شروط وعوامل أخرى معها تساعد جميعاً في قيام ا:

إذاً ب شرط غير كاف وحده لقيام ا

نستنتج من التحليل السابق أنَّ "يفترض مسبقاً" تعني:

أنَّ المفترض مسبقاً شرط ضروري ولكنه غير كاف.

أي يتضمن صفتين هما الضرورية وعدم الكفاية.[2]

---

1) Buchdahl, G.: Metaphysics and the Philosophy of Science, Basil Blackwell, Oxford, 1969.

2) Pap. A: Élements of Analytic Philosophy, Macmillan Company, New York, 1949. P.402

يقدم مناقشة للافتراض المسبق في مجال علاقة العلوم ببعضها، ويقدم معاني مختلفة له، منها المعنى المنطقي والنفساني.

وسوف نرى فيما بعد كيف أنَّ العلم يتضمن افتراضات ميتافيزيقية مسبقة هي أولاً ضرورية جدا لقيام العلم واستمراره وتطوره، وأنَّ نفيها يؤدي إلى نفي قيام العلم، ولكنها في الوقت ذاته ليست بالشروط الوحيدة الكافية لقيام العلم، ما لم تتوافر شروط أخرى تتعاضد معها وتكملها. ولنبدأ الآن في دراسة كيف أنَّ العلم يفترض السببية مسبقاً كمبدأ ضروري للمعرفة العلمية.

٦- مبادئ العلم: السببية Causality

للعلم منهج محدد وطرق واضحة في البحث العلمي، من ملاحظة وتجريب وترتيب وتصنيف، وللمنهج العلمي أيضاً مصادرات وافتراضات مسبقة، والسببية هي أحد المبادئ الضرورية التي يقوم عليها العلم الطبيعي، ونظراً لأهميتها في أسس العلم سأناقشها بالتفصيل. ولكن هل السببية مبدأ تجريبي يتم التوصل إليه عن طريق الاستقراء؟ أم أنَّها قانون رياضي أو منطقي؟ أم أنَّها افتراض ميتافيزيقي يفترضه العالِم كي يحصل على معرفة علمية منظمة؟ ومن أجل الوصول إلى الجواب الصحيح، لابد لنا من القيام ببعض التحليلات الضرورية:

السببية مبحث يهتم بمناقشة موضوع العلة والمعلول ويمكن تلخيصها بالصيغة الآتية:

(إذا حدث ا حدث ب دائماً)

وعند تحليل هذه الصيغة نجد ما يأتي:

- هنالك حدث هو المعلول.
- هنالك سبب لوقوع الحدث هو العلة.
- هنالك علاقة تربط بين العلة والمعلول (السبب والنتيجة).

ولكن ما هي طبيعة هذه العلاقة؟

Black, M: problems of analysis, Rutledge and Kegan Paul, London, 1954. p.24.
يناقش الافتراض المسبق في مجال علاقته بالتعريف.

Baylis, C.A: Presupposition, in the dictionary of philosophy. Ed. D.D. Runes, New York, 1977. P. 249.
يقدم ثلاثة معاني للافتراض المسبق، بمعنى الضرورة السببية والمنطقية والمصادرات.

ولمعرفة طبيعة هذه العلاقة فإننا نقوم بتحليلها ويظهر من التحليل ما يأتي:[١]

- إنَّ هذه العلاقة علاقة شرطية Conditional أو افتراضية عبرت عنها كلمة (إذا).
- إنَّ هذه العلاقة علاقة لاتناظرية Asymmetrical فإذا كانا علة ب فلا يمكن أنْ تكون ب علة ا.
- إنَّ هذه العلاقة متعدية Transitive فإذا كانت ا علة لـ ب وب علة لـ جـ فإن ا علة لـ جـ.
- إنَّ هذه العلاقة علاقة زمنية، أي أنَّ ا تسبق ب في الوقوع زمنياً، أي تقع قبلها ولو بزمن معين مهما كان قصيراً.

وعلى الرغم من المناقشات المتعددة حول السببية[٢] فإن نظرة تحليلية متعمقة لموضوع السببية تقسمها إلى ثلاث صيغ أساسية، وهذا هو ما فعله الأستاذ المرحوم الدكتور ياسين خليل عبدالله، وهذه الصيغ هي: [٣]

- الصيغة الفلسفية العامة: نجد في تاريخ الفلسفة مناقشة مستمرة لموضوع السببية حيث يكون لكل معلول علة، وليس هنالك من حدث يحدث كما يرى معظم الفلاسفة إلا وله علة هي السبب في حدوثه، فهنالك:

---

1) Campbell, N.R.: Foundations of Science (also titled: Physics, the Elements) Dover Publications. Inc. New York, 1957. Chapter III.حيث يناقش ويحلل هذه العلاقات

2) انظر المناقشات حول السببية في:

Campbell, N.R.: Foundations of Science. Chapter III.P. 56.

ريشنباخ هانز: نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة الدكتور فؤاد زكريا، دار الكاتب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٨، الفصل العاشر ص ١٤٢ يناقش السببية والقوانين الإحصائية.

Russell, B.: Our Knowledge of the External World, George Allen, Unnin Ltd, London, 1952.p.214.

Frank, Ph.: Philosophy of Science, chapter, 12.

Frank, Ph.: Moderns Science and it's Philosophy, Harvard University press, Cambridge, 1950, Chapter, 1.p.53.

3) هذه الصيغ الثلاث طرحها وحللها الأستاذ المرحوم الدكتور ياسين خليل عبد الله في محاضراته التي القاها على طلبة الصف الرابع في قسم الفلسفة – فرع الفلسفة الحديثة تحت عنوان (الفلسفة العلمية) للعام الدراسي ١٩٨٠/١٩٨١.

أ- علل ومعلولات أولية، أي هنالك علل بعيدة محركة ومؤثرة، مثل المحرك الذي لا يتحرك عند أرسطو، أو العقول عند الفارابي.(١)

ب- هنالك علل ومعولات ثانوية، وهي تلك الحوادث التي تظهر في الطبيعة، فنحاول أنْ نجد لها عللاً قريبة، مثل حركة النقلة لها قوة تحركها تكون هي المسؤولة عن حركتها.

• الصيغة القانونية العامة: هنالك صياغة قانونية عامة للسببية في مختلف العلوم، فإذا كان هنالك حدثان هما ا وب وحدث ا وهو العلة فإن ب ستحدث. ويمكن التعبير عنها بصياغة رمزية هي:

← (ا) (ب) [ح ا ح ب]

ويمكن تفسيرها بما يأتي: كل ا وكل ب إذا حدث ا فمن الضروري أنْ تحدث ب. وإنَّ جميع قوانين الطبيعة القائمة على السببية تأخذ شكل هذه الصياغة. لنفترض مثلاً أنَّ ا هي درجة الحرارة وب هي ضغط الغاز، فإذا حدث ارتفاع في درجة الحرارة فسوف تحدث زيادة في ضغط الغاز. وهذه صيغة قانونية يعبر عنها قانون بويل في ضغط الغاز. وكذلك الحال إذا افترضنا أنَّ ا هي درجة الحرارة وب هو التمدد، أو إذا افترضنا أنَّ ا هي المسافة وب هي الجاذبية، فإذا حدث تغير في المسافة حدث تغير في الجاذبية، فإن قلّت المسافة ازدادت الجاذبية، وإذا كبرت المسافة قلّت الجاذبية، أي هنالك علاقة سببية بين الجاذبية ومعكوس المسافة. نجد هذا واضحاً في قانون نيوتن للجذب العام.

• الصيغة الفيزيائية للسببية: هنالك صيغة فيزيائية للسببية تكون ضمن نظام فيزيائي معين؛ حيث تعتمد الفيزياء مفاهيم أساسية مثل الكتلة والزمان والمكان والقوة، فإذا أردنا تعيين كتلة جسم ما، فإننا نعينها في مكان وزمان ونعبر عنها بإحداثيات ثلاث، هي إحداثيات الطول والعرض والارتفاع، وإذا أردنا أنْ نكشف العلة فمن الضروري أنْ

---

1) أرسطوطاليس: في السماء والآثار العلوية ـ ترجمة يحيى بن البطريق، تحقيق بدوي، مكتبة النهضة المصرية، ١٩٦١.

الفارابي: المدينة الفاضلة، تحقيق البير نصري نادر، المطبعة الكاثوليكية، بيروت، ١٩٥٩.

نعرف الكتلة، وأنْ نعرف كذلك سرعة الجسم الأولى وسرعة الجسم الثانية، وكذلك معرفة زمنه الأول والثاني ثم نطرح السرعة الأولى من الثانية، والزمن الأول من الزمن الثاني فتكون:

القوة = ك س٢ - س١ / ن٢ - ن١

$$F = \frac{M (v_2 - v_1)}{(t_2 - t_1)}$$

حيث أنَّ القوة = الكتلة x التعجيل (التسارع)

ق = ك x ع

ونقوم بهذه الإجراءات الرياضية لمعرفة الحركة في خط مستقيم، ويرى البعض ضرورة معرفة الزخم وموضع الجسيم للسببية حيث أنَّ:

الزخم = الكتلة X السرعة

لوجود جانب مهم في القوانين السببية ألا وهو التنبؤ بحوادث تقع في المستقبل من خلال معرفة موضع وزخم الجسيم، أي أن نتنبأ بدقة تامة لحركة الجسم مستقبلاً عند تعيين القوة بدقة. ومعرفة الظروف الأولية للجسم تساعدنا في هذا، وهي معرفة دقيقة بموضع الجسيم في لحظة زمنية معينة ومعرفة دقيقة بسرعته وكتلته. فإذا عرفنا موضوع وكتلة جسم وسرعته في لحظة زمنية معينة بدقةفإننا نستطيع أنْ نتنبأ عن موضوع وسرعة ذلك الجسم في اللحظة الزمنية التالية، وإذا عرفنا بدقة موضع وكتلة ذلك الجسم وسرعته في اللحظة الزمنية التالية فإننا نستطيع أنْ نتنبأ عن موضعه وسرعته في اللحظة الزمنية التالية وهكذا، أي يمكننا من خلال معرفة انظروف الأولية لجسم ما أنْ نتنبأ بدقة عن مستقبله.

وهذه الصيغة الفيزيائية للسببية كانت موضع نقد من قبل هايزنبرغ في مبدأ اللادقة، لأنها صيغة تعبر عن فيزياء نيوتن وتنطبق في مجال الحركات الكبيرة أو الماكروفيزياء (Macrpphysics) أما في مجال المايكرو فيزياء (Microphysics) أو فيزياء الأجسام الصغيرة، أي في مجال حركة الإلكترون والجسيمات فإن الاحتمالية والإحصاء يجدان لهما مكاناً بدلاً من الحتمية.

السببية وفكرة انتظام الطبيعة وفكرة رياضية الطبيعة:

من المعلوم أنَّ القوانين الطبيعية تعبر بصيغ عامة عن التكرار المنتظم للحوادث وإطراد حدوثها، وإنَّ هذه القوانين لابد أنْ تفترض السببية، لأنَّالسببية تعبر عن جميع حالات الانتظام المتكررة في الطبيعة، أي أنَّ اعتقاد العلماء بقانونية الطبيعة وسببية الحدوث هو اعتقاد بفكرة انتظام الطبيعة في تكرار حوادثها وإطرادها. فالسببية تتضمن فرضاً آخر هو انتظام الطبيعة، وهي تعبر عن هذا الانتظام في مجال العلاقة بين حديها، وقد اعتبر غاليلو الطبيعة نظاماً بسيطاً وكل ما يحدث فيه يحدث بانتظام، وعبر عن هذا بقوله: "تعمل الطبيعة بواسطة قوانين ثابتة تعتصم بها ولا تخالفها."[1] وهذه القوانين صيغ اختزالية عامة لتفسير الظواهر المتوعة في الطبيعة، ويعبر غاليلو عن هذا بقوله: "لا تلجأ الطبيعة إلى استخدام أشياء كثيرة لتحقيق أمر من الأمور إذا استطاعت تحقيقه بواسطة أشياء قليلة."[2] ولكن فكرة انتظام الطبيعة مرتبطة بفكرة أخرى هي فكرة رياضية الطبيعة: أي أنَّ الطبيعة تسودها قوانين رياضية أو كما يقول غاليلو: أنَّ "الكون كتاب مكتوب بلغة رياضية."[3] حيث يرى غاليلو أنَّ الطبيعة بسيطة وتظهر له بوصفها نظاماً أو ترتيباً رياضياً لا نفهمه ما لم نتعلم لغته ورموزه، ولغة الكون هي الرياضيات ورموزه هي الزوايا والدوائر والأشكال الهندسية الأخرى. ويرى غاليلو أنَّه بدون فهم هذه اللغة يبقى الإنسان في متاهات الظلام. وقد أكد غاليلو دور البراهين الرياضية في فهم الطبيعة، معارضاً بذلك المنهج القديم في فهم الطبيعة، والقائم على اتباع قواعد المنطق المدرسي، ويفضل غاليلو المنهج الجديد على القديم، لأنَّه يرى أنَّ المنطق أداة للنقد، بينما الرياضيات

---

1) انظر كتاب طبيعة الميتافيزيقا: تأليف مجموعة من الفلاسفة الإنكليز، ترجمة الدكتور كريم متي ومراجعة الدكتور كامل مصطفى الشيبي، منشورات عويدات، بيروت - باريس ١٩٨١ ص ٧١. وانظر كذلك

Burtt, E.A.: The Metaphysical Foundations of Modern Science, p.64.

2) طبيعة الميتافيزيقا: ص ٧١ وانظر: Burtt, E.A.: ibid.p.64

3) طبيعة الميتافيزيقا: ص ٧١ وانظر: Burtt, E.A.: ibid.p.64

أداة مهمة للكشف، وهذا ما لايوفره المنطق لأنَّه تحصيل حاصل، بل توفره الرياضيات بتطبيقها على الطبيعة. وتجدر الإشارة إلى أنَّ الإعتقاد بهاتين الفكرتين يشمل معظم العلماء وغير مقصور على غاليلو فقط.

نقد فكرة انتظام الطبيعة ورياضية الطبيعة ومناقشة مبدأ الاستقراء

والآن نتساءل هل أنَّ الإعتقاد بأن بنية الكون بنية رياضية هو اعتقاد علمي؟ أي توصلنا إليه عن طريق التجربة والاستقراء أم انه يمثل إحدى قضايا الرياضيات؟

والجواب أنَّ هذا القول لم نحصل عليه عن طريق الاستقراء وليس هو بالقول التجريبي كما أنَّه في الوقت ذاته ليس من قضايا الرياضيات والعلوم البحتة؛ بل هو افتراض مسبق وشرط ضروري في منهجية العلم وقيامه؛ فهو من الشروط الميتافيزيقية المسبقة التي تفيد في قيام العلم وتقدمه والتي يسلم بها العالم مسبقاً كي يقوم بأبحاثه. وهذا الإيمان بفكرة رياضية الطبيعة لا يختلف عن أي اعتقاد ميتافيزيقي أو صوفي إلا أنَّه أثبت نجاحه وفائدته علمياً. وهذه الفكرة غير كافية وحدها لقيام العلم ما لم تتوافر شروط أخرى معها من أهمها اعتماد التجريبية.

كما أنَّ القول بانتظام الطبيعة ليس بالقول العلمي، بل هو افتراض مسبق ضروري جداً لقيام العلم كما يقول آينشتاين: "لن يكون هناك وجود للعلم إذاً... لم نكن نعتقد في تركيب العالم على أساس دقيق منظم"[1]. وكلمة "نعتقد" هي تعبير واضح عن الصفة غير العلمية وضرورة التسليم بفكرة السببية كشرط ضروري لقيام العلم. لذلك يقول جون كيمني: "وفي اعتقادي أنَّ الفرضية التي يحتاج إليها العالم حول (تناسق الطبيعة) هي تلك القائلة بأنَّ تجربتنا تمثل تصرف الطبيعة بشكل عام، أوبكلمة أخرى إنَّ بإمكاننا المعرفة بالطبيعة في وقت قصير نوعاً ما."[2] أي أنَّ هذا الافتراض المسبق

---

1) آينشتاين، آلبرت وليوبولد أنفلد: تطور علوم الطبيعة، ترجمة محمد عبد المقصود النادي وعطية عبد السلام عاشور، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ص ٢١٩.

2) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ترجمة الدكتور أمين الشريف، المؤسسة الوطنية للطباعة والنشر، بيروت، ١٩٦٥ ص ١٠٥.

ضروري للعالم، لأنّه يقيد الطبيعة ويجعلها قابلة للتفهم أولاً، ثم يجعل بالإمكان انطباق القوانين عليها؛ أي أنَّ الإنسان يفرغ تعقيد الطبيعة في قالب قابل للفهم والتعرف كما يقول كيمني.

وتجدر الإشارة هنا إلى الرأي الذي يطرحه التجريبيون وخصوصاً جون ستيوارت مل، من أنَّ فكرة انتظام الطبيعة ليست هي بالافتراض المسبق أو من قبيل المسلمات: بل نصل إليها عن طريق التجربة، وأنها تعميم تجريبي. وأرى في هذا القول دوراً منطقياً أو حلقة مفرغة؛ ذلك لأنَّ التجريب والاستقراء نفسه لا يقوم ما لم نفترض مسبقاً أنَّ الحادثة موضوعة البحث قابلة لأنْ تتكرر بانتظام، بحيث يمكن أنْ تعد موضوعاً علمياً نتمكن من أنْ نستنتج منه قانوناً أو قولاً كلياً يعبر عن العلاقات الثابتة والمنتظمة فيه. فالتجريب يفترض مبدأ السببية ويقوم عليه، والسببية تفترض مسبقاً أنَّ الظاهرة أو الوقائع يتكرر حدوثها بانتظام، فكلما تحدث العلة يحدث المعلول دائماً، وهذه العلاقة الثابتة هي شرط مهم في التجريب وصياغة القوانين.

ومن المعروف أنَّ (جون ستيوارت مل) من الفلاسفة الذي يمثلون المذهب التجريبي بأوضح صورة، لذلك فإنَّ قوله ذاك يجد ما يبرره في ضوء اعتبارين هما:

١ - المبدأ التجريبي الذي يؤمن به الفيلسوف (مل) بإرجاع عملية المعرفة بأجمعها إلى الحس والتجربة، بما في ذلك الرياضيات.

٢ - حدود تطور المعرفة العلمية والمنطق آنذاك؛ لأنَّ (مل) ينطلق من أنَّ المنطق تجريبي، وهذه هي حدود المعرفة العلمية آنذاك، فالاعتقادالسائد هو أنَّ النظرية العلمية خلاصة للعمليات والمعارف التجريبية، وأنَّ للاستقراء الدور الأساسي في صياغة الفرضيات العلمية، أما الآن فإن المنطق التجريبي لا يفي بمطالب المعرفة العلمية وبشروط قيام العلم، وقد استخدم الاستدلال مع الاستقراء، وأدخلت التجارب العقلية والإبداعات الحرة للعقل الإنساني في مجال صياغة النظريات العلمية. أسهم في هذا تطور المنطق من جهة، وتطور الفيزياء النظرية من جهة أخرى.

لابد من الإشارة هنا أيضاً إلى ما يسمى بمشكلة الاستقراء، فالعالم يقوم بدراسة الوقائع وصولاً إلى صياغة القوانين والنظريات التي يقدم من خلالها تعليلات وتنبؤات للوقائع، ولكنه لا يتمكن قطعاً من دراسة جميع الوقائع، بل إنَّ دراسته تنحصر في مجموعة معينة من الوقائع، يستخلص من دراستها نتائج يقوم بتعميمها على الحالات الحاضرة، والتي سوف تحدث في المستقبل، وهذا هو ما يسمى بالاستقراء الناقص.[1] وتنشأ مشكلة الاستقراء من هذا التعميم. فكيف يكون الباحث على يقين من أنَّ ما يصدق على الحالات المدروسة سابقاً سوف يصدق على ما يشبهها من حالات مستقبلاً؟

يرى رسل أنَّ الاستقراء يفتقد إلى الأساس التجريبي وأنَّه لا بد من الرجوع إلى أساس غير تجريبي يسميه "مبدأ الاستقراء"، أي أنَّ الاستقراء نفسه "يستلزم مبدأ منطقياً لا يمكن البرهنة عليه هو نفسه على أساس استقرائي، لذلك لابد أنْ يكون مبدأ قبلياً"[2] ويسميه أحياناً مبدأ عقلياً. فالاستقراء يفترض مبدأ غير مستمد من التجربة، وهو بهذا يمثل مشكلة منطقية قائمة بغير حل. ولهذا يرى أنَّ نواحي القصور في العلم تكمن هنا؛ أي في مجال الشك في صحة الاستقراء، وفي مجال صعوبة استنتاج ما لا يقع في تجربتنا قياسا على ما يقع في تجربتنا.[3] إنَّ هذا الاستنتاج له طابع مجرد غاية التجريد. لذلك يرى (رسل) أنَّ العلم يقوم على بعض الافتراضات، وأنَّه قد بدأ بكثير من المسلمات أو ما يسميه (رسل) بـ"الإيمان الحيواني" حسب اصطلاح (سنتيانا).[4] ومع ذلك لا يجد (رسل) مخرجاً من ضرورة تقديم تبرير لقبول الاستقراء ولكن على الأساس البراجماتي.

---

1) الدكتور ياسين خليل: منطق المعرفة العلمية، منشورات الجامعة الليبية ١٩٧١ ص ٢١٩.

2) Russel, B.: Our Knowledge of the External World, p.226.

3) رسل، برتراند: النظرة العلمية، تعريب عثمان نوية، مراجعة الدكتور ابراهيم حلمي عبد الرحمن، مكتبة الانجلو المصرية، ص ٦٣.

4) المصدر السابق: ص ٦٩ – ٧٠.

نقد السببية

هل إنَّ السببية بوصفها تعبيراً عن حالات الانتظام المتكررة تقوم على أساس تجريبي؟ أي هل بالإمكان البرهنة عليها استقرائياً؟ أم هي مجرد قانون رياضي أو منطقي؟ والجواب هو:

- لا يمكن البرهنة على السببية استقرائيا؛ ذلك لأنَّ الاستقراء نفسه يفترض السببية وهذه حلقة مفرغة.
- ولا يمكن أنْ تكون السببية قائمة أساس تجريبي، بل العكس، إنَّ التجربة هي التي تقوم على السببية. وإذا كان مبدأ السببية من المبادئ التي توصلنا إليها عن طريق التجربة فهذا يعني أنَّ السببية ليست يقينية بل احتمالية، لأنَّ القانون التجريبي عرضة لاختبارات مستقبلية قد تفنده أو تؤيده، فهو لا يصل إلى درجة اليقين.
- كما أنَّ السببية ليست قانوناً رياضياً أو منطقياً لأنَّها لاعلاقة لها بالرياضيات أو المنطق.

إذاً مبدأ السببية مجرد دليل علمي يقدمه العقل الإنساني، من أجل فهم أفضل لظواهر الطبيعة، وهو دليل منهجي وموجه للبحث العلمي، أي أنَّ الباحث أو العالم لكي يقوم بعمله العلمي لا بد من أنْ يفترض مسبقاً مبدأ السببية، ويسلم به تسليماً، حيث يقول هنري مارجينو (H.Margenau): "يستمد مبدأ السببية قوته من كونه منهجياً... إذ تطعم به المناهج العلمية البناءة دون انقطاع."[1] ثم يضيف فيقول: "السببية هي في الحقيقة إحدى المستلزمات الميتافيزيقية للنظرية الطبيعية."[2]

وقد عد كانط (Kant) السببية من المقولات العقلية غير المستمدة من الخبرة والتجربة، بل هي مقولة قبلية، وذلك لأهميتها في مجال المعرفة العلمية، لا بل هي ضرورية جداً للخبرة، لأنَّها من "المبادئ التي تجعل التجربة ممكنة"[3]، ورأى ضرورة دخول جميع الظواهر تحت تصورات قبلية، مثل

---

1) Margenau, H.: The Nature of Physical Reality, P.407.. وطبيعة الميتافيزيقا ص٧٠

2) طبيعة الميتافيزيقا: ص ٦٩.

3) كانط، أمانويل: مقدمة لكل ميتافيزيقا مقبلة يمكن أن تصير علما، ترجمة نازلي إسماعيل ومراجعة الدكتور عبد الرحمن بدوي، دار الكاتب المصري للطباعة والنشر، القاهرة ١٩٦٨، ص١٢٢.

الزمان والمكان والسببية، لأنَّ هذه المقولات القبلية هي من المبادئ التي لا يمكن للتجربة أنْ تقوم بدونها. أما جون ستوارت مل (J.S.Mill) فقد عد السببية من المبادئ المسلم بها لأهميتها في البحث والخبرة.(1) لذلك يقول جون كيمني: "إنَّ البحث عن القوانين السببية يرتبط ارتباطاً وثيقاً بميلنا اللاواعي إلى إفراغ الكون على صورتنا نحن بالذات."(٢)

٧- **الفروض العلمية:**

يؤكد العلماء – وخصوصاً آلبرت آينشتاين – على ضرورة أنْ يبدأ العلم من الوقائع وأنْ يرتبط بالأسس التجريبية، لذا فإن الملاحظة والتجريب عمليات لا غنى للعلم عنها؛ ولكن الملاحظة والتجربة لا تقتصران على العناصر الحسية كما يتصور البعض، لأنَّ للعقل الإنساني دوراً فعالاً وموجهاً في هذه العملية، ويتدخل العقل في هذه العمليات عن طريق تقديم الفروض العلمية حول مجموعة من الوقائع، ويقوم الفرض العلمي بالتعبير عن مجموعة من العلاقات الثابتة والمنتظمة التي تربط الوقائع المتغيرة فتوحدها في وجهة معينة، ويأخذ الفرض قيمته من خلال عمليات التأكد التجريبي من صحته. ويضع بعض الفلاسفة شروطاً أخرى للفرض، كالبساطة والملاءمة وغيرها، وعندما يعبر الفرض عن العلاقات الثابتة ويوحدها ويوجه عملية البحث، فإنَّه يقوم بالتعبير عن التعميم، مما يساعد على استمرار البحث والقيام بعملية التنبؤ والكشف.

ويرى (بوانكاريه) أنَّه في عملية التجريب والتعميم لغرض التنبؤ، فإنَّ الباحث يضيف شيئاً من عنده، ذلك لأنَّ التجربة تقدم عدداً من النقاط المنعزلة، وعلى الباحث مسؤولية ربطها بخط متصل، وهذا هو التعميم، ولا يكتفي (بوانكاريه) بتعميم التجربة بل يقول إنَّنا نصححها كذلك.(٣) إنَّ التجريب لا يكون دون فكرة سابقة تُنظم الوقائع وفقاً لها، وهذه الفكرة هي

1) Mill, J.S.: A System of Logic, Harbor and Brothers, New York. 1874.book.III.ch.v.p.234.

2) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ص ٨٢.

3) Poincarie, H.: Science and Hypothesis, Dover Publications, New York, 1952, p.143.

الفرض، وإنَّ كل تعميم هو فرض ضروري للبحث، وإنَّ قيمته تكمن في مدى ثباته من خلال تأييده بالتجارب، وإنَّ الفروض إذا ما صحت فإنَّها تصبح نظريات.

ويرى (كلود برنار) أنَّ البحث العلمي لا يبدأ إلا بالفرض، وإنَّه للقيام بالتجريب لا بد من فكرة مكونة سابقاً في عقل الباحث، وعلى الباحث أنْ يكون ذا عقلٍ فعالٍ أي أنْ يستجوب الطبيعة حسب الفروض التي ترد في ذهنه، فيحاول أنْ يختبرها.[1]

مما يعني أنَّ عملية التجريب ذاتها تفترض عنصراً عقلياً غير تجريبي يقوم بتوجيهها وتنظيمها، وهو الفرض العلمي أي أنَّ التجريب يفترض مسبقاً الإطار النظري غير التجريبي، فلا تقوم التجربة ولا تثبت ما لم تُكتشف العلاقات الثابتة والعامة التي تربط بين عناصرها، والعقل يقدم، من خلال وضع الفرضيات، ذلك الإطار النظري الذي يعد ضرورياً لكل تجربة.

٨- المفاهيم

أنواع المفاهيم ومستوياتها:

يسعى العلماء نحو صياغة النظريات لأجل تعليل الظواهر وتفسيرها، ومن ثم محاولة تقديم فهم وتصور شامل للكون. وهذه النظريات العلمية على الرغم من سعي العلماء إلى إقامتها على أسس تجريبية فإنَّها لا تخلو من افتراضات ميتافيزيقية مسبقة، ولمعرفة هذه الافتراضات أرى ضرورة مناقشة تفاصيل النظرية العلمية ومكوناتها؛ فنتناول أولاً المفاهيم ثم القوانين ثم النظريات نفسها.

يستخدم العلماء، لبناء النظريات العلمية، لغة خاصة تتكون من مجموعة من المفاهيم الأساسية، وهي مفاهيم متعددة متنوعة، وعلينا أنْ نميز بين نوعين من المفاهيم:

- المفاهيم الرياضية والمنطقية.

---

١) برنارد. كلود. مدخل لدراسة الطب التجريبي، ترجمة عمر الشاريني، دار بوسلامة للطباعة والنشر والتوزيع، ص٦٠.

- المفاهيم التجريبية.

تكون الأولى مفاهيم تحليلية لا صلة لها بالتجربة وغير مشتقة منها. أما الثانية فلا بد من أنْ تكون لها علاقة بالتجربة والخبرة، بل هي مشتقة منها على نحو مباشر أو غير مباشر؛ لأنَّ على النظرية الفيزيائية أنْ تفسر ظواهر وحوادث في العالم الخارجي، فلا بد أنْ تكون لها صلة بعالم الخبرة والمشاهدة، وهذه المفاهيم متنوعة مثل: درجة الحرارة، الضغط، التمدد، الكتلة. القوة وغيرها. هذه المفاهيم ذات صلة مباشرة بالتجربة، ويمكن اختبارها والتحقق منها تجريبيا. ولكن مفاهيم العلم ليست على مستوى واحد من حيث علاقتهابالتجربة، فهنالك مفاهيم تجريبية ومفاهيم نظرية، أو كما تسمى أبنية (constructs). أي هنالك مستويات للمفاهيم تكون فيها المفاهيم في المستوى الأول بسيطة لها علاقة مباشرة بالتجربة، ويمكن التحقق منها تجريبياً، والمستوى الثاني تكون فيه المفاهيم أكثر تجريداً وعمومية ولها علاقة غير مباشرة بالخبرة، بل لها علاقة مباشرة بمفاهيم المستوى الأول، ويمكن التحقق منها بصورة غير مباشرة من خلال الاشتقاقات التي نحصل عليها منها، وفي المستوى الثالث تكون المفاهيم أكثر تجريداً وتبتعد عن أرضية التجربة، إلا من خلال سلسلة من الاشتقاقات التي يمكن التحقق منها.[1]

مفهوم الذرة وتجربة (رذرفورد):

من المعروف أنَّ مفهوم الذرة هو من المفاهيم الأكثر شيوعاً الآن بين عامة الناس، وأنَّها الأساس الذي يقوم عليه تفسير العلم للظواهر، ولكن هل إنَّ هذا المفهوم تجريبي بحت كما يبدو للوهلة الأولى؟ وللإجابة عن هذا السؤال أرى أولاً ضرورة مناقشة التجربة التي قام بها العالم (رذرفورد) (E.Rutherford) والتي صاغ من نتائجها أول نموذج للذرة.

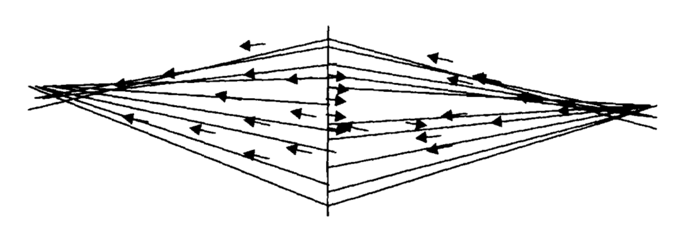
قام (رذرفورد) بإجراء تجربة كانت من التجارب الحاسمة في تاريخ علم الطبيعة من حيث أهميتها وما تمخضت عنه من نتيجة أصبحت أساساً للعلم،

1) لتفصيل أكثر حول هذه المستويات، انظر الدكتور ياسين خليل: منطق البحث العلمي، بغداد، ١٩٧٤، ص٢٥٩

وقد كان رذرفورد في تجربته هذه بحاجة إلى جسيمات أولية وطبقة خفيفة من معدن قابل للطرق وكاشفات، وقد عالج رذرفورد هذه الاحتياجات بما هو متوفر آنذاك: فاختار مادة الذهب النقي كمعدن قابل للطرق، واختار جسيمات ألفا (particles) وهي جسيمات موجبة الشحنة وثقيلة نوعا ما، وسبب اختياره لهذه الجسيمات هو اعتقاده أنَّ المادة تحتوي على شحنة كهربائية، تتجاذب وتتنافر مع بعضها؛ بحيث يمكن معرفة التفاعل الذي سيحصل بين هذه الجسيمات والمادة، أما الكاشفات فكانت أفلاماً رقيقة، إذا سقطت عليها أجسام ألفا تركت عليها آثاراً معينة.[1]

فأخذ الطبقة الرقيقة جداً من الذهب وسلط عليها مصدراً يعطي جسيمات ألفا، وملأ الفراغ المحيط بأفلام لاحتمال حصول انعكاس، أو من الجائز أن يخترق الشعاع المعدن، فلا بد من فيلم يصوره، ثم أطلق جسيمات ألفا من المصدر، ولاحظ أنَّ هناك نسبة من جسيمات ألفا رجعت منعكسة، ولاحظ أنَّ قسماً آخر منها اخترق الطبقة الرقيقة من الذهب، أي أنَّ الجسيمات توزعت.

طبقة رقيقة من الذهب

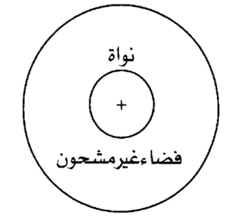


ثم تناول (رذرفورد) نتائج التجربة بالتحليل كما يلي:

1) D'Abro, A.: The Rise of New Physics, Dover Publications, INC, New York,1951,Vol.2. P.47.

إنَّ رجوع جسيمات ألفا التي انعكست كان بسبب تشابه الشحنة فتنافرت، أي هناك جزء من المادة فيه شحنة موجبة تنافرت مع جسيمات ألفا الموجبة الشحنة، مما جعلها تنعكس، ولكن كيف نفسر الجسيمات التي اخترقت المادة؟

إنَّ هذه الجسيمات اخترقت المادة لأنَّه يوجد فيها، أي المادة، فضاء غير مشحون بشحنة كهربائية، وبما أنَّ الفيزياء تعتمد الكم ولغة الرياضيات في صياغة النتائج، فقد بدأ رذرفورد بحساب عدد الجسيمات المنعكسة، وتلك التي اخترقت المعدن، فاستنتج أنَّ ما ينعكس من الجسيمات لا يشكل إلا جزءاً يسيراً من جسيمات ألفا،التي اخترقت المادة، وعلى هذا قدم استنتاجه الآتي: وهو أنَّ الذهب مادة متكونة من جِزء مركزي صغير موجب الشحنة يتنافر مع جسيمات ألفا الموجبة، ومن فضاء واسع غير مشحون يحيط الجزء الموجب سمح لجزيئات ألفا بالعبور، فأعطى رذرفورد بذلك أول صورة ذهنية للمادة بوصفها متكونة من ذرات تحتوي على نواة موجبة الشحنة صغيرة تمثل المركز ومن فضاء واسع يحيط بها:



نموذج (رذرفورد) للذرة

نموذج نيلزبور N.Bohr للذرة:

أدخل نيلزبور تعديلاً على نموذج رذرفورد للذرة من خلال المماثلة بينه وبين النظام الشمسي، حيث تكون الذرة مطابقة من حيث الشكل للمجموعة الشمسية، فهنالك نواة موجبة تمثل مركز الذرة، كما أنَّ الشمس تمثل مركز النظام الشمسي، وهنالك مدارات حول النواة تدور فيها إلكترونات سالبة الشحنة، كما تدور الكواكب حول الشمس، ويوجد أكثر من مستوى واحد من المدارات، حيث رقمت المستويات بـ ١،٢،٣،٤ ... للعنصر. وإنَّ حركة الإلكترونات حول النواة تكون بشكل دائري.(١)

1) Ibid: p.488.



نموذج نيلزبور للذرة

ثم أدخل سومرفيلد تعديلاً على نموذج نيلزبور للذرة، وهو أنَّ مسارات الإلكترون حول النواة لا تكون بشكل دائري بل بشكل بيضاوي، وأنَّ النواة لا تقع في المركز. وهذا التعديل يشبه ذلك التعديل الذي أدخله كبلر Kepler على نظرية كوبرنيكوس عندما قال: بأنَّ الكواكب تسير حول الشمس بمسارات إهليليجية أو بيضاوية وليست دائرية، لأنَّ الشمس تقع في أحد القطبين. ويظهر هنا التقارب الشكلي الكبير بين النظامين الفلكي الكبير والذري الصغير.

النقاش الفلسفي حول مفهوم الذرة

على الرغم من ظهور التأييدات للنظرية الذرية، بفضل تطور النظرية الحركية للغازات، والتطورات التي حصلت في علم الكيمياء، وعلى الرغم من توافر الأدلة التجريبية التي أيدت النظرية الذرية، فإن بعض الفلاسفة والعلماء وقف منها موقف الرافض، ولعل أبرزهم الفيلسوف النمساوي أرنست ماخ E.Mach الذي يرى أنَّنا "لا يمكن أنْ ندرك الذرات بالحواس، وهي أشياء من صنع الفكر، شأنها شأن الظواهر كلها ... إنَّ النظرية الذرية تؤدي دوراً في الفيزياء مشابهاً لذلك الدور الذي تؤديه المفاهيم المساعدة Auxiliary Concepts في الرياضيات؛ إنَّ (الذرة) نموذج رياضي لتسهيل تمثيل الحقائق تمثيلاً عقلياً."[1] وقد رفضها ماخ لأنَّ الدلائل على وجود الذرات هي دلائل غير مباشرة، كما أنَّها لا تُدْرَك بالحواس، في حين أنَّ فلسفة ماخ لا تَقَوَمُ إلا عناصر الإحساس.

---

1) Mach, E.: The Science of Mechanics, (Trans.) by Thomas. J.Mccormack, The Open Court Publishing Company, Lassalle,Illinois, 1960, p.589.

ورفضها كذلك عالم الكيمياء أستوالد W. Ostwald ورفضها وليام وويل Whewel حيث يقول وويل: "إنَّنا إذا حسبنا الفرضية الذرية حقيقة فلسفية تتعلق بتركيب الكون، وليس مجرد فرضية ملائمة لتفسير قوانين الطبيعة أو حسابها، اعترضتنا صعوبات خاصة بالاستدلال لا نستطيع تذليلها، ووجدنا ظواهر متنافرة لا نستطيع أنْ نوفق بينها."[1]

أما فيلسوف العلم والفيزيائي الأمريكي المعاصر برجمان P.W. Bridgman الحائز على جائزة نوبل للفيزياء عام ١٩٤٦، فيرى أنَّ الذرة ما هي إلا تركيب أو بناء، ولا يمكن اختبارها على نحو مباشر "وإنَّ وجودها مسألة استنتاج بحت... على الرغمَ من أنَّنا متيقنون من طبيعتها الفيزيائية تيقن وجود أيدينا وأرجلنا."[2] وموقف برجمان هذا ناتج من طبيعة فلسفته الإجرائية Opertionalism التي ترى بأن المفاهيم خالية من المعنى إذا كانت غير معرّفة بواسطة مجموعة من الإجراءات القابلة للقياس.

نقد مفهوم الذرة

هل إنَّ مفهوم الذرة له علاقة مباشرة بالتجربة؟

الجواب بالنفي: لأنَّ الدليل على وجود الذرات هو دليل غير مباشر، أي يتم عن طريق سلسلة من الاستنتاجات والاشتقاقات التي بدورها لها علاقة مباشرة بما هو تجريبي، أو بالمعطيات الحسية المباشرة، وهذا هو الذي دفع ماخ لأنْ يرى فيها شيئاً "من صنع الفكر" ودفع برجمان ليَعُدَّها "بناءً" وأنَّ وجودها مجرد استنتاج خالص.

كما أنَّ الحديث عن نموذج للذرة وتطوراته، هو حديث عن نظم معينة للتركيب الذري، وأنَّ هذه النظم ليست تصورات موضوعية ثابتة أو حقائق تجريبية يقينية عن المادة: بل هي مجرد افتراضات نظرية تتعلق ببنية المادة وتركيبها، وتقترب من الحقيقة بالتدريج، ولكنها على أية حال ليست الحقيقة بكاملها. لقد كان من الضروري للعلم، لكي يتقدم، أن يفترض أنَّ المادة لها

1) Whewel, W.: The Philosophy of Inductive Sciences, John Beprint Corporation, New York and London, 1967, Vol.1. P. 421.
2) Bridgman, P.W.: The Logic of Modern Physics, The Machmilan Company, New York,1952, p.59.

تركيب ذري وأنْ يقدم تصوراً لمفهوم الذرة بوصفه مفهوماً أساسياً، على الرغم من عدم تمكن العلماء من التحقق من هذا المفهوم تحققاً تجريبياً مباشراً، بل تم تقديم صورة نموذجية للكيفية التي تعمل بها الطبيعة، وسعى العلماء إلى استخدام النماذج أو الصيغ الفكرية التي تعين على فهم الطبيعة.

وهنالك مفاهيم أخرى ليست لها علاقة مباشرة بالخبرة مثل، الإلكترون وانحناء المكان والجاذبية... ومن المفاهيم الأخرى التي لا يقوم دليل تجريبي مباشر على وجودها؛ مفهوم الجينات في البيولوجيا، فالأدلة على وجودها غير مباشرة، حيث يتم التعرف عليها من خلال تأثيراتها في الكائنات الحية في مجال توريث الصفات، أي أنَّنا لا نراها بل نرى الصفات الوراثية التي تدلنا عليها.[1]

استنتاج

نستنتج مما سبق أنَّ معيار قبول هذا المفاهيم في العلم لم يعد ذلك المعيار الذي يقضي بتوافر البينة التجريبية المباشرة على المفهوم، بل أصبح العلم يقبل ويستخدم بعض المفاهيم إذا كانت تحقق له نواحي عملية وتساعد في تقدمه، وإنْ كانت تفتقد الدليل التجريبي المباشر. أي أنَّ معيار قبول المفاهيم في العلم أصبح معياراً براجماتياً.

ملاحظة حول الاستنتاج

ولكن السماح لبعض المفاهيم - التي لا تستند إلى بينة تجريبية مباشرة - بالدخول إلى مجال العلم من خلال المعيار البراجماتي هذا سوف يؤدي إلى ظهور بعض المتاعب والإشكالات، لأنَّ بعض المفاهيم التي تدخل العلم في مراحل زمنية معينة لتفسير بعض الظواهر، وتحقق نتائج وقتية طيبة، دون أنْ تستند إلى أساس تجريبي واضح ومباشر، ستكون في مرحلة زمنية تالية عقبة كأداء في طريق تطور العلم. وهنالك أمثلة عديدة على ذلك، ولنأخذ أحدها بشيء من الإيجاز، وهو مفهوم الأثير وسيكون مثالاً على المفاهيم ذات العلاقة السلبية في مجال علاقة العلم بالميتافيزيقا.

---

1) كيمني، جون: الفيلسوف والعلم. ص ١٩٧.

مفهوم الأثير

استخدم مفهوم الأثير لتفسير بعض الظواهر العلمية في أواسط القرن السابع عشر، فيما يتعلق بنظريات الضوء، حيث تبنى كريستيان هويكنز ١٦٢٩ - ١٦٩٥ (G. Huygense) النظرية الموجية Wave Theory التي توصل إليها من خلال المماثلة بينها وبين نظريات انتقال الصوت، التي تقول بأن الصوت ينتقل على شكل موجات خلال وسط مادي هو الهواء.[١] ولكن إذا كان الضوء عبارة عن موجات مستعرضة، تنتقل بطريقة مشابهة لانتقال الصوت، فلا بد من وجود وسط مادي ينقلها، فما هو هذا الوسط الذي ينقل موجات الضوء؟

لقد افترض أنَّ هذا الوسط هو الأثير، وأسبغت عليه النظرية الموجية من الصفات ما تجعله قادراً على نقل موجات الضوء التي تتطلب وسطا ماديا صلبا لينقلها، فوصف الأثير بالصلابة، وقد كان نيوتن يرى في نظريته في "التأثير عن بعد" أنَّ قوة الجاذبية تستلزم وسطاً يتم من خلاله نقل هذا التأثير ونقل القوة الجاذبة، لذلك افترض أنَّ الأثير هو الوسط الذي يقوم بنقل هذا التأثير.[٢] كما أنَّ تبني نيوتن للنظرية الجسيمية Corpuscular Theory التي تقول بوجود جسيمات متذبذبة، اضطره للقول بوجود شيء ما تحدث فيه هذه الذبذبة وهو الأثير، واعتبره في البداية فرضاً لا تدعمه أدلة تجريبية، لا في وجوده ولا في صفاته، سوى أنَّه وسط يتذبذب وينقل الضوء. ويرى نيوتن أنَّه إذا كان الأثير وسطاً كثيفاً سائلاً يملأ الكون أو المكان، فإن كثافته هذه مهما كانت قليلة ستعيق حركة الكواكب، وتقلل من سرعتها؛ ولكن الملاحظة، كما يرى نيوتن، لا تشير إلى ذلك. لذلك يقول إنَّ الأثير إذا كان يعيق عمليات الطبيعة ويضعف من حركاتها فإن وجوده يكون غير واضح وغير محدود، ومن الأفضل أنْ يرفض: ولكننا إذا رفضناه فإن النظرية التي تقول بأن الضوء يتكون من حركة منتشرة خلال هذا الوسط سوف ترفض معه.

---

1) Huygense, G.: Treatise on Light, in Neat Books, William Benton Publisher, Chicago, 1952. Vol.34, Pp.553,554.

2) Thayer, H. S.: (Ed.) Newton's Philosophy of Nture, Selections from his Writings, Hafner Publishing Company, New York, 1960. p. 54.

لذلك اضطر نيوتن إلى استبقاء فرض الأثير من أجل نظريته في الضوء، وأضاف له بعض الصفات كي يجعله أكثر ملائمةً للحالتين، فوصفه بالمطاطية والغروية، وأنَّه أكثر تخلخلاً من الهواء، وأدق منه، لكي لا يؤثر على حركة الكواكب. وهكذا أصبحت للأثير عدة صفات كي يفسر عدداً كبيراً من الظواهر الطبيعية؛ فقد اعتبر شفافاً ثابتاً لا حركة له، يملأ الكون، ويتخلل جميع الأجسام، وله صفة الصلابة عندما ينقل الضوء بموجاته المستعرضة وسرعتها العالية، ولكنه بهذا بدأ يؤثر على حركة الكواكب فمنح صفة السيولة والغروية.

الأثير وتجربة ميكلسون ومورلي

وإذا كان الضوء ينتشر على شكل موجات في الأثير وأنَّ الأرض في حالة حركة مستمرة خلال الأثير فإنَّها بحركتها هذه تحرك الأثير المحيط بها محدثة حولها ريحاً أثيرية تدور باتجاه حركتها، بحيث أنَّنا إذا أرسلنا إشارة ضوئية من مكان بعيد باتجاه حركة الأرض والريح الأثيرية فإنَّها ستكون أسرع، وبالتالي سوف تصل قبل إشارة ضوئية أخرى مرسلة بعكس اتجاه حركة الأرض والريح الأثيرية من حولها. وقد قام ميكلسون A.A. Michelson ومورلي E.W. Morly بإجراء تجربة لإثبات هذا الفرض وصمما جهازاً لقياس سرعة الإشارتين، وجاءت النتيجة محيرة فعلاً: حيث أنَّ الإشارتين وصلتا في وقت واحد وبدت الأرض وكأنها ساكنة لا تتحرك ولا تحدث ريحاً أثيرية وأعيدت التجربة عدة مرات، وكانت النتيجة واحدة. وأصبح العلماء أمام أحد أمرين لا ثالث لهما وهما:

- إما القول بأن الأرض ساكنة لا تتحرك
- أو القول بأن مفهوم الأثير عبارة عن فرض لا صحة له

وقد تصدى آلبرت آينشتاين لهذه المعضلة، وتوجه بالنقد للوظيفة المزدوجة التي مُنحت للأثير في مجال انتشار الضوء وحركة الكواكب، لكي يستنتج التناقض الذاتي الكامن في هذه الفكرة، وبالتالي ضرورة رفضها والاستغناء عنها. يرى آينشتاين أنَّ مفهوم الأثير كان قد افتُرض لتفسير الظواهر

البصرية ميكانيكياً لأنه يمثل وسطاً لنقل الموجات الضوئية، وهذا الوسط يعني انعدام الفراغ؛ ولكن في الوقت نفسه يجب على هذا الوسط ألا يقاوم حركة الكواكب، إذ يقول آينشتاين: "تتحرك الكواكب خلال الأثير الغروي دون أنْ تصادف مقاومة على خلاف ما يحدث عندما تتحرك في أي وسط مادي آخر، وإذا كان الأثير لا يقاوم حركة المادة فإننا نستنتج أنَّه لا يوجد تفاعل بين جسيمات الأثير وجسيمات المادة، حيث يمر الضوء خلال الأثير كما يمر خلال الزجاج والماء، ولكن سرعته تتغير في المادتين الأخيرتين. وكيف يمكن تفسير هذه الحقيقة ميكانيكياً؟ من الواضح أنَّه لا يمكن تفسيرها إلا بفرض وجود تفاعل ما بين جسيمات الأثير والمادة في الظواهر الضوئية، ولا يوجد أي تفاعل بينهما في الظواهر الميكانيكية، ومن المؤكد أنَّ هذه حقيقة تناقض نفسها."[1] وبهذا يرى آينشتاين أنَّ الأثير عبارة عن فرض استُحدثَ للمساعدة في فهم الظواهر الطبيعية على الأساس الميكانيكي المادي، وجاء من الاعتقاد بأنَّ وجهة النظر الميكانيكية بإمكانها أنْ تفسر جميع الظواهر الطبيعة، مما اضطرها إلى إدخال بعض الفروض المساعدة للوصول إلى نتائجها.

وهكذا فإنَّ بعض المفاهيم دخلت العلم من غير أنْ تستند إلى بَيِّنَةٍ تجريبية مباشرة، وحققت نتائج مرضية في مدة زمنية معينة، ولكنها أصبحت فيما بعد وبحكم إخضاعها للتجريب والاختبار موضع شك، بل وخلقت إشكالات في العلم لم يتم تجاوزها بسهولة. ولكن مع ذلك يبدو أنَّه لا مناص للعلم من الاستعانة ببعض الفروض التي لا تستند إلى بَيِّنَةٍ تجريبيةٍ مباشرة، بل ترتبط بالتجربه على نحو غير مباشر، وعن طريق ما توفره من اشتقاقات لها صلة بالتجربة.

ولأجل التمييز بين تلك المفاهيم التي تستخدم في العلم وتحقق له فائدة مرجوة، وإنْ كانت لا تتصل بالخبرة على نحو مباشر، وتلك التي تستخدم فيه من غير استناد إلى قاعدة تجريبية مما يجعلها تلحق الضرر به وتصبح عقبة في سبيل تطوره، حاول فلاسفة العلم صياغة معيار مهمته التمييز بين هذين

---

1) آينشتاين ألبرت وليوبولد أنفلد: تطور علوم الطبيعة، ص ١٢٧.

النوعين من المفاهيم. وأبرز من سعى إلى صياغة هذا المعيار هم مجموعة من الفلاسفة المهتمين بالعلوم، ويشكلون أحد مذاهب فلسفة العلم الذي يسمى بالتجريبية المنطقية، وسأحاول فيما يلي أنْ أقدم شرحاً موجزاً لمبدأ التحقق The Principle of Verification كما طرحته التجريبية المنطقية.

٩- المفاهيم ومعيار المعنى:

لقد جعلت التجريبية المنطقية من العلوم التجريبية والمنطقية محور اهتمامها، واعتبرت القضايا التحليلية والقضايا التركيبية هي التي تكون الأساس الواضح والمتين للمعرفة العلمية، أما ماعدا ذلك من قضايا فتعتبر قضايا لا معنى لها، لذلك نظرت التجريبية المنطقية نظرة ارتياب لمجمل الفلسفة التقليدية وخصوصاً قضايا الميتافيزيقا باعتبارها قضايا لا ينطبق عليها الحكم صادقاً أو كاذباً، لأنَّها ليست تحليلية كما أنَّها ليست بالقضايا التركيبية، وبناءً على ذلك تكون قضاياها خالية من المعنى.

يرى رودلف كارناب R. Carnap وهو أبرز من يمثل التجريبية المنطقية، أنَّ الفلسفة هي "منطق العلوم" أي أنَّها فاعلية لتحليل قضايا ومفاهيم العلوم وتوضيح معانيها، وذلك من خلال استخدام منهج التحليل المنطقي، أي أن وظيفتها هي التحليل المنطقي للعلوم، والمقصود بالتحليل المنطقي لقضية ما هو عملية: "إيجاد طريقة للتحقق من صحة تلك القضية"[1] أي محاولة صياغة معيار للتحقق من صدق القضايا، حيث أنَّ قضايا العلوم هي:

- إما قضايا تجريبية يمكن التحقق من صحتها بالتجربة والاختبار.
- أو هي قضايا منطقية تحليلية صدقها ضروري ويمكن التحقق منها بالبرهان.

وما عدا هذين النوعين يعد من قبيل القضايا الميتافيزيقية الخالية من المعنى، والتي يجب أنْ يتوجه إليها النقد، أي أنَّ القضية خالية من المعنى إذا لم تكن مستندة إلى أساس تجريبي أو أساس رياضي - منطقي، وبهذا تكون

---

1) وايت، مورتون: عصر التحليل، ترجمة أديب يوسف شيش، منشورات وزارة الثقافة والارشاد القومي، دمشق، ١٩٧٥، ص. ٢٣٠.

قضايا الميتافيزيقا خالية من المعنى إذا لم تكن معتمدة أحد هذين الأساسين، وتعتبر في نظرهم "أشباه أطروحات" والمشكلات المتعلقة بها ليست مشكلات حقيقية بل مشكلات زائفة أو "أشباه مشكلات Pseudo-Problems".

ولقد لخص ألفرد آير A.J.Ayer مبدأ التحقق في التجريبية المنطقية بصياغة مبسطة وموجزة وهي: "إنَّ القول له معنى حرفي، إذا، وفقط إذا، كانت القضية التي يعبر عنها هي إما تحليلية أو قابلة للتحقق تجريبياً."[1]

ولكن هل إنَّ قضايا العلم كلها تخضع بأجمعها لهذا الشرط وهذا المبدأ؟ وللإجابة على هذا السؤال المهم نورد بعض الأمثلة:

١ - إذا قلنا أنَّ (هذا الشيء أحمر) فإنَّه يمكن التحقق من هذه القضية بصورة مباشرة من خلال فعل الرؤية، فإذا كان الشيء أحمر فالقضية صادقة، واذا كان خلاف ذلك فالقضية كاذبة، فهذه قضية تجريبية بسيطة تتعلق بالملاحظة المباشرة.

٢ - إذا قلنا "أنَّ جميع المعادن تتمدد بالحرارة" فإن هذا القول يمثل قضية كلية قد تمت صياغتها من خلال استقراء عدد محدود من الجزئيات، فهي من نوع تلك القضايا التي نحصل عليها بواسطة ما يسمى بالاستقراء الناقص، وهي قول أكثر عموميةً وتجريداً من المثال السابق، وهو في حقيقته قانون فيزيائي أو فرضية لا يمكن إرجاعها إلى أقوال الملاحظة البسيطة. لأنها تحتوي عنصراً جديداً هو قابليتها للانطباق على حالات جديدة، أو التنبؤ بحالات جديدة غير تلك التي كانت موضع الدراسة والاختبار، وإنَّ عملية التحقق التام من هذا القول تقتضي إجراء عمليات تحقق لا نهاية لها، لأنَّ عدد الحقائق والحالات التي تستنتج منه والتي تكون قابلة للفحص والاختبار والتحقق هو عدد غير محدود، بينما الحالات التي تحت أيدينا محدودة، وإنَّ التحقق منها غير كاف لوجود حالات مستقبلية عديدة لم يتم التحقق منها بعد، وهذا يعني ضمناً أنَّ هذه الأقوال أو

1) Ayer, A.J.: Language, Truth and Logic, Dover Publications, New York, 1946. p. 5.

الفرضيات تتخذ طابع الاحتمالية وعدم اليقين، ويتم التثبت منها بالفحص والاختبار المستمرين من خلال تجربة واختبار الحالات الجديدة، لذلك فإن هذا الفرض العلمي لا يمكن أنْ يخضع لمبدأ التحقق كما طرح في صياغة (ألفرد آير).

ولكن إذا كان هذا القول غير خاضع لمبدأ التحقق، فهل يعد قولاً ميتافيزيقياً ويجب استبعاده من العلم بوصفه لا معنى له؟

والإجابة تكون حتماً بالنفي، لأنَّ هذا القول يعد قانوناً علمياً، وله دور أساسي في العلوم التجريبية وإنَّه أكثر من كونه خلاصة لملاحظات حسية واختبارات تجريبية، لأنَّه يحتوي على جانب علمي مهم هو التنبؤ وإمكان الانطباق على حالات مستقبلية جديدة.

وبناء على هذا فقد وضعت التجريبية المنطقية نفسها في أحرج إشكال فلسفي، لأنَّ المبدأ الذي وضع من قبلها لاستبعاد قضايا الميتافيزيقا وخدمة العلم أصبح بدوره يستبعد القضايا الكلية والافتراضات العلمية المهمة التي تشكل بنية العلم من حيث هي قوانينه التي لا يمكن أنْ يقوم بدونها.

لذلك حاول فلاسفة التجريبية المنطقية القيام بعملية تعديل وتصحيح وتحوير لهذا المبدأ، بحيث يكون من الممكن أنْ تستبعد القضايا الميتافيزياقية ويبقى للعلم بعض الافتراضات الضرورية.

ولقد قام ألفرد آير في الطبعة الثانية لكتابه "اللغة والصدق والمنطق" عام ١٩٤٦، بإجراء تعديل للصيغة القديمة لمبدأ التحقق وميز بين تحقق قوي وآخر ضعيف، وتحقق مباشر وآخر غير مباشر، وخلاصة آرائه: إنَّ القول قابل للتحقق على نحو مباشر في حالتين:

ا - إذا كان هو نفسه من أقوال الملاحظة أو من الأقوال أو القضايا الأساسية.

ب - إنَّه يمكن بارتباطه بقضية أو بأكثر من هذه القضايا أنْ نستنتج على الأقل قولاً واحداً من أقوال الملاحظة لا يمكن استنتاجه من هذه المقدمات الأخرى لوحدها.[1]

---

1) Ayer, A.J.: Language, Truth and Logic, p.13.

والقول قابل للتحقق غير المباشر في حالتين:

ا - إنَّه بارتباطه بمقدمات أخرى معينة يمكن أنْ نستنتج منه قضية أو أكثر قابلة للتحقق بصورة مباشرة، ولا يمكن اشتقاقها من هذه المقدمات لوحدها.

ب - إنَّ هذه المقدمات الأخرى لا تتضمن أي قول يكون غير تحليلي وغير قابل للتحقق بصورة مباشرة.(١)

وقد قدم كارناب تعديلاً لمبدأ التحقق في بحثه "المعنى وقابلية الاختبار" Testability and Meaning الذي نشر عام ١٩٣٦ - ١٩٣٧ في مجلة (فلسفة العلم) في جزئين، حيث ميز (كارناب) بين (التحقق Verification) و(التثبت Confirmation)، حيث يقول: "إذا فهم التحقق بوصفه تقريراً حاسماً وتاماً للصدق فإنَّ الأقوال الكلية مثل قوانين الفيزياء أو البيولوجيا المعروفة، لا يمكن التحقق منها مطلقا."(٢) وبما أنَّه من غير الممكن التحقق التام والنهائي من صدق قول تركيبي أو قانون ما، أو فرضية ما فإن كارناب يقول: "ولذلك فإنَّنا سوف نتحدث عن مشكلة التثبت مفضلين ذلك على الحديث عن مشكلة التحقق."(٣) فالحالات والأمثلة التي يشير إليها القانون غير محدودة العدد، ولا يمكن أنْ تُستوفى بواسطة ملاحظاتنا التي هي دائما محدودة في العدد ونهائية، وعليه فلا يمكننا التحقق من القانون بل بوسعنا فقط التثبت منه أكثر فأكثر بواسطة اختبار الأمثلة والحالات التي تؤيده: لذلك يقول كارناب: "إنَّنا لا نستطيع أنْ نتحقق من القانون ولكننا نستطيع أنْ نختبره بواسطة اختبار حالاته المفردة، أعني الأقوال الخاصة التي نشتقها من القانون ومن أقوال أخرى مقررة سابقة، إذاًفي مثل هذه السلسلة المستمرة من الاختبارات التجريبية، ليس هنالك حالة سلبية يمكن أنْ توجد، بل إنَّ عدد الحالات الإيجابية يتزايد، وعليه فإن ثقتنا بالقانون سوف تزداد تدريجياً، وهكذا بدلاً من التحقق يمكننا أنْ نتحدث هنا عن التثبت المتزايد للقانون باستمرار."(٤)

1) Ibid: p.13.
2) Carnap, R.: Testability and Meaning, Philosophy of Science, 1936,Vol.3. P. 425.
3) Ibid: P.420.
4) Ibid: P.425.

١٠- القوانين العلمية

يسعى العلماء إلى صياغة القوانين العلمية لتفسير الظواهر التي تحدث في الطبيعة، والتنبؤ بظواهر أخرى تحدث مستقبلا، فالقانون العلمي يمثل محاولة الإنسان فهم العالم الخارجي بصيغ منطقية اختزالية محكمة. وتثار حول القانون العلمي أسئلة عديدة مثل: ما هو القانون؟ وهل يتصف بالثبات وعدم التغير فهو يقيني؟ وهل هو على نوع واحد أم متعدد؟ وسأجيب عن هذه الأسئلة، وسوف تتضح من خلال الإجابة تلك الافتراضات النظرية التي يستخدمها العلم من خلال القوانين، إضافة إلى الجوانب الفلسفية والميتافيزيقية المتعلقة بها.

ما هو القانون العلمي؟

القانون العلمي هو صيغة تقدم توضيحا للعلاقات الثابتة بين الظواهر، بل وتقدم محاولة للتنبؤ بثباتها بالنسبة إلى أحداث وظواهر يمكن أنّ تحدث في المستقبل. فالقانون عبارة عن فرض أو قول تترتب بواسطته معرفتنا للعالم الخارجي، حيث يصف القانون انتظاماً معيناً لمجموعة من الظواهر، ويستخدم في الوقت ذاته لتعليل هذه الظواهر والحوادث والتنبؤ بها مستقبلاً. وعليه فإنّ القانون العلمي لا يعبر إلا عن العلاقات العامة الثابتة بين الظواهر والتي تخضع للانتظام.

الصيغة الاحتمالية للقانون العلمي ومناقشة الاستقراء:

يعتقد البعض أنّ القوانين العلمية يقينية وثابتة، وهذا الإعتقاد خاطئ لأنّ القوانين العلمية لا تتصف باليقين التام والثبات، بل بالاحتمالية وإجراءات التعديلات؛ والسبب في ذلك أنّ الطريقة التي ينطلق منها العالم لصياغة القوانين لا تتسم باليقين، فغالباً ما استخدم العلماء وخصوصاً في حقل العلوم التجريبية الاستقراء، وهو عملية الانتقال من الجزئيات إلى الكليات. وسأشير إلى نوعين من الاستقراء فقط، هما الاستقراء التام والاستقراء الناقص. والاستقراء التام هو قضية كلية تستنتج من فحص ودراسة جميع عناصر فئة معينة مغلقة، بحيث تكون النتيجة صحيحة، ولكنها لا تنطبق إلا

على العناصر المحدودة لتلك الفئة، أي الحالات المدروسة فقط، ولا تتجاوزها إلى غيرها.

أما الاستقراء الناقص أو التجريبي فإنَّه قضية كلية تستنتج من دراسة حالات جزئية محددة، ثم تعمم على حالات أخرى غير مدروسة فإذا اتصفت بعض عناصر فئة ما بصفة معينة نستنتج بأن جميع العناصر لها تلك الصفة؛ أي يتم الانتقال بالمعلومات من حالات جزئية محدودة قيد البحث إلى كليات تشمل حالات جزئية غير محدودة لم تكن قيد البحث والدراسة. أي أنَّ الاستقراء هنا يقوم بعملية أساسية هي التنبؤ عن حالات جديدة لم تكن معروفة. وهذا الأمر الذي يعطي للاستقراء الناقص ميزة التنبؤ بحالات جديدة هو الذي يجعل الاستقراء احتمالياً وعرضة للتكذيب والدحض من قبل قضايا جديدة قد لا ينطبق عليها القانون؛ ولهذا السبب تبقى القوانين العلمية في العلوم التجريبية احتمالية وعرضة للتغيير أو التعديل. ولهذا توجد دائماً علاقة متينة بين القانون والفرضية، لأنَّ القانون يتحول إلى فرضية كلما واجه حالات جديدة بحاجة إلى تعليل، وإنَّ متانة القانون تتوقف على صحة التعليلات التي يقدمها للحالات الجديدة. ولكن القانون يختلف عن الفرضية في أنَّه فرض جرى تعزيزه بعدد كبير من الحالات التجريبية.

أنواع القوانين:

القوانين العلمية ليست من نوع واحد أو في مستوى واحد، فهنالك قوانين تجريبية وهنالك قوانين نظرية. والقوانين النظرية تحتوي مفاهيم لا يمكن ربطها وتحديدها بإجراءات تجريبية، بل إنَّ معظم المفاهيم المستخدمة فيها هي من قبيل التصورات والإبداعات المشتقة من تعميم المماثلات؛ ذلك لأنَّ صياغة النظرية العلمية لا تتم بالطريقة الاستقرائية كما يتصور البعض، لذا يستخدم التعريف الضمني في تحديد معاني هذه المفاهيم، وذلك بواسطة البديهيات والصيغ النظرية التي يوجد فيها الحد، أو يستخدم التعريف غير المباشر من خلال الاستنتاجات المشتقة من النظرية، كما أنَّ القوانين النظرية تقوم بمهمة تعليل القوانين التجريبية عن طريق ارتباط الأخيرة بسلسلة

استنتاجية بمقدمات النظرية. فالقوانين النظرية هي مجموعة من الأقوال المرتبطة فيما بينها بنظام معين، ولهذا فهي أكثر عمومية من القوانين التجريبية التي تصاغ بلغة قول مفرغ وتتنبأ بأحداث فردية، وتحتوي مفاهيم وصفية ذات علاقة مباشرة بالخبرة يمكن تعريفها بإجراءات تجريبية مباشرة.(1)

استنتاج حول الافتراضات غير العلمية في القانون العلمي:

إنَّ تحليل النقاط السابقة حول القانون العلمي تكشف لنا عن أنَّ القانون العلمي يتضمن الافتراضات الفلسفية والميتافيزيقية التالية:

- يفترض القانون بالدرجة الأولى فكرة استقلالية العالم الخارجي، لأنَّ الاعتقاد بالوجود المستقل للعالم الخارجي يمثل فرضاً غير تجريبي أو رياضي، بل هو أحدالاعتقادات والمصادرات الضرورية للعلم، وإنْ كانت غير كافية وحدها لقيام العلم.
- كما يفترض القانون مسبقاً فكرة انتظام الطبيعة؛ فالقانون العلمي لا يمكن أنْ يقوم بدون الاعتقاد بوجود ظواهر تحدث وتتكرر بانتظام، لأنَّ القانون ما هو إلا صياغة تعبر عن ثبات العلاقات بين الظواهر التي تتكرر بانتظام، وفكرة انتظام الطبيعة هذه كفكرة استقلالية العالم الخارجي، ليست بالفكرة التجريبية أو الرياضية بل هي محض افتراض مسبق في العلم.
- كما أنَّ القانون العلمي يفترض مسبقاً فكرة أخرى، وهي فكرة أنَّ الحوادث والظواهر سوف تتكرر بانتظام أيضاً مستقبلاً. أي جانب التنبؤ في القانون، وهذا الاعتقاد بقياس الغائب على الحاضر ليس بالاعتقاد العلمي أو التجريبي أو الرياضي، فقد تحدث الأمور خلاف ذلك، مما يؤدي إلى تغيير القانون وتعديله أو رفضه، فهذا الاعتقاد أيضاً هو افتراض مسبق ضروري لغرض القيام بعملية التنبؤ.

---

1) Nagel, E.: The Structure of Science, Routledge and Kegan Paul, London, 1971. P.83.

١١- النظريات العلمية:

سأتناول النظرية العلمية باختصار شديد من جوانب معينة، لغرض تبيان تلك الافتراضات الفلسفية والميتافيزيقية المسبقة، وتلك التصورات الفكرية النظرية التي يطرحها العلماء وفلاسفة العلم من أجل صياغة النظرية وفهم العالم. وهذه الجوانب هي:

ا - الهدف من النظرية

ب - مكونات النظرية - المفاهيم

مكونات النظرية - القوانين

ج - المنهج العلمي ومستلزماته

د - الشروط التي يجب أنْ تستوفيها النظرية عند صياغتها

هـ - النظرية من ناحية تغيرها وتطورها المستمرين

و - الأسباب غير العلمية في قبول النظرية العلمية ورفضها

الهدف من النظرية:

تهدف النظريات العلمية إلى تقديم تفسير وفهم شامل للطبيعة، ومحاولة استيعاب الكون تعقلاً على أسس علمية، أو محاولة كشف كنهه وأسراره، أو تعميق فهمنا للطبيعة، من خلال نظريات جديدة متطورة، وما تحتويه النظرية من مفاهيم وأبنية وقوانين نظرية وتجريبية، وبواسطة استخدام المنهج العلمي في تفسير الظواهر، وهدف النظرية هذا ثابت لا يتغير؛ وعلى الرغم من التغيرات الهائلة التي تحدث في العلم، فإن الهدف من مختلف النظريات هو هدف واحد ألا وهو: فهم الطبيعة ووصفها، وهذا الهدف الذي تتوخاه النظريات العلمية يجاوز مجال العلم وحدوده نحو الفلسفة والتفلسف لأنَّ مطلب النظرية هذا هو مطلب فلسفي قبل أنْ يكون علمياً؛ ذلك لأنَّ الفلسفة تسعى نحو الهدف ذاته؛ أي محاولة فهم الكون، ولكن باستخدام مناهج مختلفة: قد تكون مناهج عقلية أو تأملية أو حدسية أو تجريبية مما عرف في تاريخ الفكر الفلسفي.

- أما مكونات النظرية نقطة رقم (ب) أي المفاهيم والقوانين فإنني قد ناقشتها في الفقرات السابقة.

المنهج العلمي ومستلزماته:

أما ما يتعلق بالمنهج العلمي فقد ناقشت واحدا من المستلزمات الميتافيزيقية المهمة، بل الضرورية جداً للعلم والمنهج العلمي، ألا وهي "السببية". ولكن مع ذلك هنالك افتراضات فلسفية ضرورية ومهمة لقيام العلم، ولقد ذكرها بونج M. Bunge في أحد كتبه وسأذكرها فيما يأتي على سبيل الإيجاز لفائدتها للقارئ ولعلاقتها بموضوع البحث.

يرى بونج أنَّ الفلسفة، وان كانت لا تُرى في البناء العلمي عند اكتماله، إلا أنَّها داخلة في تكوين هيكله وتركيبه. فهو يرى أنَّ "البحث العلمي يفترض مسبقاً ويُوجَّه بفرضيات فلسفية معينة مهمة."(1) ومن هذه الافتراضات الفلسفية:

١ - الواقعية:

ويعني بها واقعية العالم الخارجي، لأنَّه يرى أنَّ العلم لا يمكن أنْ يقوم ما لم يفترض مسبقاً أنَّ هنالك عالماً له وجود موضوعي مستقل عن الذات، يكون موضوعاً للمعرفة، وإنَّ العلوم "لا تبرهن على وجود العالم الخارجي، بل تفترض مسبقاً وبشكل محدد هذه الفرضية الفلسفية."(2) كما يقول (رسل): "والحق أنَّ العلم قد بدأ بكثير مما يدعوه سنتيانا (الإيمان الحيواني)."(3) ويرى رسل أنَّ هذه المسألة لا يعرف لها جواباً واضحاً، وستبقى مشكلة قائمة حتى يقدم لها الحل، سواء أكان إيجاباً أو سلباً: وفي هذه المرحلة "لا بد من أنْ يظل إيماننا بالعالم الخارجي مجرد إيمان حيواني."(4) أي مجرد تسليم لا يستند إلى أسس تجريبية أو مقدمات رياضية.

٢ - التعددية:

ويعني بها المستويات المتعددة لبنية الحقيقة، حيث يرى أنَّ هنالك مستويات متعددة للحقيقة تتميز كل منها بخصائصها وقوانينها، مثل المستوى

---

1) Bunge, M.: Scientific Research, I, The Search for System, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, & New York, 1967. p.291.

2) Ibid: P. 292.

3) رسل، برتراند: النظرة العلمية، ص ٦٩.

4) المصدر السابق: ص ٧٠.

الفيزيائي والبيولوجي والسيكولوجي والاجتماعي الحضاري. وكل منها ينقسم إلى مستويات أدنى، وإنَّ هذه المستويات ليست منفصلة عن بعضها ولا توجد حدود فاصلة تماماً فيما بينها، بل يعتمد بعضها البعض الآخر.(١)

٣ - الحتمية الانطولوجية:

ويعني بها الحتمية بصيغتها الفلسفية المقنونة، وليس بالمعنى الخرافي، والتي تتناول الأشياء والأحداث، وتفترض أنَّ جميع الأحداث لها قانون، وأنَّ لا شيء يأتي من لا شيء أو يتلاشى إلى لا شيء. ونجدها واضحة كما يقول بونج في الحتمية الميكانيكية عند لابلاس، وفي قوانين نيوتن الميكانيكية.(٢)

٤ - الحتمية الابستمولوجية:

ويعني بها قابلية المعرفة، وهي صيغة فلسفية أيضاً، تظهر بوصفها فرضيات منظمة أو مبرمجة، ترى أنَّه بالإمكان معرفة أي شيء إذا ما أوليناه عنايتنا، أي بالإمكان معرفة الحالات الحاضرة والماضية والمستقبلية.(٣)

٥ - الشكلية:

ويعني بها استقلالية المنطق والرياضيات؛ حيث أنَّ المنطق أداة جيدة للعلوم، وأنَّه مكتف بذاته، سواءً من حيث الموضوع أو المناهج، فموضوعه هو مفاهيمه، كما أنَّ براهينه لا تخبرنا بشيء عن العالم. والشيء نفسه يقال عن الرياضيات، ذلك لأنَّ صحة العلوم الشكلية لا تأتي من اعتمادها على العالم الخارجي، بل من اتساقها وعدم تناقضها، فهي لا علاقة لها بقضايا العلوم الواقعية أو بالوقائع، فكل العلوم تفترض مسبقاً قوانين مثل قانون الذاتية وقانون عدم التناقض.(٤)

الشروط التي يجب أنْ تستوفيها النظرية:

أما الشروط التي يجب أنْ تستوفيها النظرية في صياغتها، فإنَّها ليست علمية بأجمعها، بل هي شروط فلسفية وميتافيزيقية مهمة وضرورية جداً

1) Bunge, M.: Scientific Research, 1, The Search for System,P.293.
2) Ibid: p. 294.
3) Ibid: p. 296.
4) Ibid: pp. 298-299.

للنظريات العلمية، إلا أنَّها غير كافية وحدها لقيام نظرية علمية. وقد ناقش هنري مارجينو هذه الشروط وأكد بعض الشروط والمبادئ الشكلية التي تعتبر مهمة وضرورية في قيام النظريات وتشكيل الأبنية العلمية وهي تُفرض على الخبرة من قبل العقل، وتستخدم في العلوم الاستدلالية. وهذه المبادئ لا تستحصل من الخبرة أو المعطيات الحسية، ولكنها تعتبر مبادئ دالّة في توجيه وتنظيم الخبرة، ويسميها مارجينو مبادئ ميتافيزيقية، ومن هذه الشروط الميتافيزيقية الضروروية للأبنية والنظريات العلمية يذكر مارجينو ستة شروط:

١ - **الخصوبة المنطقية:**

ويعني بها أنَّ النظرية تصاغ بشكل فيه معالجات منطقية جيدة، بحيث تكون قوانين النظرية؛ وهي قضايا كلية قابلة للانطباق على أمثلة جزئية وتفسرها. ومن الصعب تصور نظرية مستكملة لشروط الخصوبة المنطقية، كما أنَّ النظريات تختلف في درجة خصوبتها المنطقية.[1]

٢ - **العلاقات المتعددة:**

ويقصد بها أنَّ الأبنية تدخل في علاقات مع بعضها: وهذه العلاقات المنطقية هيَ إما علاقات شكلية، أو علاقات منطقية خالصة، مثل العلاقة بين كميات هندسية تكون قابلة للبرهنة في ضوء مجموعة من البديهيات، أو علاقات إجرائية، تقوم قواعد الترابط من خلالها بربط الأبنية والمفاهيم النظرية بالمعطيات الحسية، مثل العلاقة بين الوزن وقراءة المقياس، وإن التفسير في النظرية يتطلب النوعين.[2]

٣ - **الثبات والرسوخ والاستقرار:**

أي أنْ تقدم النظرية ثباتاً ورسوخاً في بنيتها وفي قواعد التطابق التي تتضمنها، والتي تمنحها أهمية إجرائية، لأنَّها تكون ذات علاقة بالخبرة والتجربة، أي أنْ تبقى البنية ثابتة لمجمل التغيرات والمعالجات التي تفترضها النظرية، والتطبيقات التي تخضع لها.[3]

---

1) Margenau, H.: The Nature of Physical Reality, P.81.
2) Ibid: P. 84.
3) Ibid: P.88.

٤ - قابلية الأبنية للمد أو التوسع:

نجد هذا مثلاً في قانون نيوتن للجاذبية، وقابليته للتوسع ليشمل عدة أمثلة سواءً في الحركات الأرضية، أو في حركة الأجرام السماوية، وكذلك ما نجده في النظرية النسبية الخاصة والعامة.[1]

٥ - السببية: وقد سبق الحديث عنها في بداية البحث.

٦ - البساطة والأناقة أو الروعة:[2] وسوف أشير إليها باختصار في النقطة (و)

النظرية من ناحية تغيرها وتطورها:

أما من ناحية الحديث عن النظرية وتطورها وتغيرها، وأنَّها ليست نهائية، ومدى انطباقها على العالم المادي، فيمكننا القول مع آينشتاين: "إنَّ التفكير الإنساني ليخلق صورةً دائمةَ التغيرِ للكون."[3] ويضيف آينشتاين في الكتاب نفسه (ص٢٢) فيقول: "إنَّ نظريات علم الطبيعة هي ابتكارات حرة للعقل البشري، وليست كما قد يظهر وحيدة ومحدودة بالعالم الخارجي، ونحن في محاولتنا فهم الحقيقة نشبه رجلاً يحاول فهم تركيب ساعة مغلقة: وهو يرى وجهها وعقاربها المتحركة، ويسمع أيضاً دقاتها، لكنه لا يستطيع فتح صندوقها. وإذا كان الرجل عبقرياً فإنَّه قد يستطيع أنْ يكون صورة ما لتركيب قد يسبب جميع ما يشاهده، ولكنه لن يكون بحال من الأحوال متأكداً من أنَّ هذا هو الترتيب الوحيد الذي يسبب مشاهداته، ويستحيل عليه أيضاً أنْ يقارن الصورة التي كونها لنفسه بالتركيب الحقيقي، بل إنَّه ليتعذر عليه أنْ يتخيل إمكان أو معنى هذه المقارنة." إنَّ استخدام آينشتاين لكلمات تميل نحو الاحتمالية في حديثه عن فهم الكون، لا يمثل مزاجاً فلسفياً متشائماً، بل يعبر عن جانب كبير من الحقيقة، لأنَّه يمثل حديث عالم عبقري عن كون مليء بالأسرار يعيش فيه الإنسان بمعدات بسيطة مثل الحواس التي لا تقدم له العون الكافي في كشف الحقيقة فيلجأ الإنسان إلى اكتشاف ملكاته العقلية،

---

1) Ibid: P.90.

2) Ibid: P.69.

3) آينشتاين ألبرت وليوبولد أنفلد: تطور علوم الطبيعة ص ٦.

فيدخل العنصر العقلي والفلسفي والابتكارات العقلية والتخيل في مجال محاولة فهم العالم علمياً، مما يجعل النظريات العلمية أشبه بصيغ ودلائل ننظر من خلالها إلى الكون، وكلما تطورت صيغنا النظرية رأينا أشياء جديدة. فالكون هو هو، ونظرتنا هي التي تتغير وتتبدل وتتطور باستمرار. إنَّ نظرتنا للطبيعة من خلال فيزياء أرسطو تختلف عنها من خلال فيزياء نيوتن، وهذه تختلف عن تلك النظرة للأشياء التي تقدم من خلال النظرية النسبية. وهكذا فكل رؤية جديدة وجيدة تساعد على فهم أفضل للكون، وتقدم في الوقت ذاته حلاً للمشكلات العلمية، مما يؤدي إلى ظهور رؤى جديدة للحياة من خلال محاولة رؤية المعضلات ومحاولة حلها وتجاوزها، فتكون النظريات العلمية بهذا تقريباً مستمراً متصلاً ومتواصلاً للحقيقة، وإنَّها لن تكون الحقيقة ذاتها أو الحقيقة بأكملها.

الأسباب غير العلمية في قبول النظريات العلمية ورفضها:

من المعروف أنَّ النظريات العلمية ترفض أو تقبل لأسباباً عديدة. ويقدم لنا تاريخ العلم أسباباً مختلفةً يقع في مقدمتها السبب الذي يمكن تسميته بالسبب العلمي، وهو من أكثر الأسباب مطالبةً من قبل العلماء في مجال النظريات، وينص على قبول النظرية وتبنيها إذا كانت متفقة مع الوقائع الملاحظة، بحيث يمكنها أنْ تفسر الظواهر والحوادث، وأنْ تتنبأ بها مستقبلاً. لذا فإن استنتاجات النظرية واشتقاقاتها لا يمكن أنْ تكون متطابقة بأجمعها مع الخبرة أو متفقة تماماً مع الوقائع التي يمكن ملاحظتها، بل يمكن القول إنَّ عدداً كبيراً منها متفق مع هذه الوقائع في عالم الخبرات التجريبية، بحيث أنَّ الخبرة تعزز النظرية وتؤيدها، ولكن قد يحدث أنْ نجد مستقبلاً حالةً لا تستطيع النظرية تفسيرها أو تعليلها بحيث تدحض هذه الحالةُ النظريةَ، مما يؤدي إلى ضرورة إجراء تعديلات في صياغة النظرية، أو أنَّ النظرية ترفض وتستبدل بها نظرية أخرى أفضل منها في مجال تفسير الوقائع نفسها بمبادئ أقل وأبسط، إضافة إلى استيعابها الحالات الجديدة والتنبؤ بأخرى مستقبلاً.

نستنتج من هذا أنَّ النظرية العلمية إذا استوفت هذين الشرطين فإنَّها تُقْبَلُ علمياً بلا تردد، ولنأخذ نظرية كوبرنيكوس كمثال فإنَّها تستوفي فعلاً

الشرط الأول في اتفاقها مع الوقائع الملاحظة، كما أنَّها تستوفي الشرط الثاني في كونها تقدم معالجة رياضية لحركة الكواكب، بافتراض أنَّ الشمس هي المركز؛ وهي معالجة رياضية أبسط من تلك المعالجة التي تقدمها نظرية بطليموس، بافتراض أنَّ الأرض مركز الكون، ولكن على الرغم من استيفاء نظرية كوبرنيكوس لهذين الشرطين العلميين فإننا نلاحظ أنَّها لم تقبل في حينها ورفضت رفضاً قاطعاً فلماذا حدث هذا؟

إنَّ رفض نظرية كوبرنيكوس يشير إلى وجود أسباب وعوامل ومعايير أخرى في قبول النظريات العلمية ورفضها غير العوامل العلمية، فما هي تلك العوامل والأسباب والمعايير؟

١ - **الأسباب الدينية**: فقد رفضت نظرية كوبرنيكوس لأنها تتعارض مع التفسيرات الدينية التي يقدمها الكتاب المقدس والتي تجعل من الإنسان وموقعه المكاني مركزاً للكون، أو كما حدث عند رفض نظرية التطور لداروين، وغير ذلك من المناقشات والتقييمات الكنيسية - الدينية للأفكار والنظريات العلمية.

٢ - **الأسباب الفلسفية**: مثال على ذلك رفض آرنست ماخ للنظرية الذرية، لأنها لا تنسجم مع فلسفته في عناصر الإحساس، وأنَّ الأشياء هي عبارة عن معطياتها الحسية.

٣ - **الأسباب الاجتماعية والسياسية والتربوية والنفسية**: مثال على ذلك موقف بعض التربويين في العصور الوسطى من فيزياء أبيقورس المادية، وتفضيل فيزياء أرسطو وأفلاطون عليها، من حيث نظرتهم إلى فكرة الحتمية والإرادة الحرة.

٤ - **الأسباب الأخلاقية**: مثل التعديلات التي أجراها أبيقورس على مذهب الذرة لديموقريطس، من أجل إعطاء مجال للقول بحرية الإرادة من خلال الإعتقاد بحرية حركة الذرات وتغيير مسارها.

٥ - **الحس المشترك وثقافة العصر**: مثال على ذلك إنَّ الاعتقادات السائدة في العصور الوسطى هي أنَّ الأجسام تقسم إلى قسمين: أجسام

سماوية إلهية تتحرك حركة دائرية وتتكون من مادة شفافة منيرة هي الأثير، وأجسام أرضية ثقيلة تتحرك حركة مستقيمة. لذا كانت نظرية كوبرنيكوس في توحيدها الأجسام السماوية والأرضية من حيث المادة والحركة، تمثل اعتقاداً جديداً لا ينسجم مع الحس المشترك السائد آنذاك ولا يتلاءم مع ثقافة العصر.[١]

1) Frank, Ph.: (Ed.) The Validation of Scientific Theories, The Beacon press, Boston, 1956, p.3.

المصادر والمراجع

القسم الرابع

المصادر الأجنبية:

Alexander, S.: space, Time, and Deity, Macmillan, London, 1966.
Ayer, A.J.: Language, Truth and Logic, Dover Publications, New York, 1946.
Ayer, A.J.: (Ed.) Logical Positivism. Illinois, USA, 1960.
Baylis, C.A.: Presupposition, in the Dictionary of Philosophy. Ed. D.D. Runes, New York, 1977.
Black, M.: Problems of Analysis, Rutledge and Kegan Paul, London, 1954.
Bridgman, P.W.: The Logic of Modern Physics, The Macmillan Company, New York,1952.
Buchdahl, G.: Metaphysics and the Philosophy of Science, Basil Blackwell, Oxford, 1969.
Bunge, M.: Scientific Research 1, The Search for System, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, & New York, 1967.
Burtt, E.A.: The Metaphysical Foundations of Modern Science. Rutledge and Kegan Paul Ltd, London,1950.
Campbell, N.R.: Foundations of Science (also titled: Physics, the Elements) Dover Publications. Inc., New York, 1957.
Carnap, R.: Testability and Meaning, Journal of Philosophy of Science, Vol.3, 1936.
D'Abro, A.: The Rise of New Physics, Dover Publications, INC, New York, Vol.2, 1951
Frank, Ph.: Philosophy of Science, Prentice – Hall, Englewood Cliffs. N.J.1962
Frank, Ph.: Moderns Science and its Philosophy, Harvard University Press Cambridge. 1950.
Frank, Ph.: (Ed.) The Validation of Scientific Theories, The Beacon Press, Boston, 1956.
Huygense, G.: Treatise on Light, in neat books, William Benton Publisher, Chicago, Vol.34, 1952.
Mach, E.: The Science of Mechanics, (trans.) by Thomas. J. Mccormack, The Open Court Publishing Company, Lassalle, Illinois, 1960.
Margenua. H.: The Nature of Physical Reality, McGraw –Hill Book Company INC, New York, 1950.
Mill, J.S.: A System of Logic, Harbor and Brothers, New York. 1874.

Nagel, E.: The Structure of Science, Routledge and Kegan Paul, London, 1971.
Pap, A.: Elements of Analytic Philosophy, Macmillan Company, New York, 1949.
Pears, N. D.: (Ed.), The Nature of Metaphysics, London, 1962.
Poincarie, H.: Science and Hypothesis, Dover Publications, New York, 1952.
Russell, B.: Our Knowledge of the External World, George Allen, Unwin Ltd, London, 1952.
Thayer, H, S.: (Ed.) Newton's Philosophy of Nature, Selections from his Writings, Hafner Publishing Company, New York, 1960.
Whewel, W.: The philosophy of Conductive Sciences, John Beprint Corporation, New York and London, Vol.1,1967.
Whitehead, A.N.: Process and Reality, an Essay in Cosmology, New York, 1941.

المصادر العربية:

أرسطو طاليس: في السماء والآثار العلوية. ترجمة يحيى بن البطريق، تحقيق بدوي، مكتبة النهضة المصرية، ١٩٦١.

آينشتاين، البرت وليوبولد انفلد: تطور علوم الطبيعة ترجمة محمد عبد المقصود النادي وعطية عبدالسلام عاشور، مكتبة الانجلو المصرية، القاهرة.

برنار، لويس: مدخل لدراسة الطب التجريبي، ترجمة عمر الشاريني، دار بو سلامة للطباعة والنشر والتوزيع.

رسل، برتراند: النظرة العلمية، تعريب عثمان نوية، مراجعة الدكتور ابراهيم حلمي عبدالرحمن، مكتبة الانجلو المصرية.

ريشنباخ هانز: نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة الدكتور فؤاد زكريا، دار الكاتب العربي للطباعة والنشر، القاهرة، ١٩٦٨

الفارابي: المدينة الفاضلة، تحقيق البير نصري نادر، المطبعة الكاثوليكية، بيروت، ١٩٥٩

فرانك، فيليب: فلسفة العلم، ترجمة علي علي ناصر، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، ١٩٨٣

كانط، امانويل: مقدمة لكل ميتافيزيقا مقبلة يمكن أن تصير علما، ترجمة نازلي اسماعيل ومرجاعة الدكتور عبدالرحمن بدوي، دار الكاتب المصري للطباعة والنشر، القاهرة ١٩٦٨.

كيمني، جون: الفيلسوف والعلم، ترجمة الدكتور أمين الشريف، المؤسسة الوطنية للطباعة والنشر، بيروت، ١٩٦٥

مجموعة من الفلاسفة الانكليز(تأليف): الميتافيزيقا، ترجمة الدكتور كريم متي ومراجعة الدكتور كامل مصطفى الشيبي، منشورات عويدات، بيروت - باريس ١٩٨١

وايت، مورتون: عصر التحليل، ترجمة أديب يوسف شيش. منشورات وزارة الثقافة والارشاد القومي، دمشق، ١٩٧٥.

ياسين خليل: منطق البحث العلمي، بغداد،١٩٧٤.

ياسين خليل: منطق المعرفة العلمية، منشورات الجامعة الليبية ١٩٧١.

ياسين خليل: محاضرات ألقاها على طلبة الصف الرابع في قسم الفلسفة - فرع الفلسفة الحديثة - تحت عنوان (الفلسفة العلمية)، للعام الدراسي ١٩٨٠/١٩٨١.

خاتمة وخلاصة

خاتمة القول في فلسفة العلم، أنَّ ليس هناك من رأي نهائي، ولا يمكن أنْ نفترض أنَّ مسألة ما معروضة للمناقشة قد انتهت إلى رأي قاطع في هذا التدفق المستمر من الوقائع التي يكشف عنها العلم يومياً، ولا يجد الفيلسوف مخرجاً غير الاعتراف بها، محاولاً تنظيمها وإحكام بنيتها المنطقية. وادعاء الوقوف على حقائق أخيرة يعني ضمنا وضع العقل في حدود مغلقة. في هذا الرحيل المتجدد للبشر، أنبل ما يفعله الإنسان هو السعي وراء الحقيقة وليس بالضرورة إمتلاكها، وحسب الفيلسوف أن يشير إلى الطريق، طريق الحقيقة، وإمكانية تطبيق الطرق الممكنه للوصول اليها.

وفيما يلي بعض النقاط المتعلقة بالفلسفة الإجرائية على وجه التلخيص والإجمال:

١ - من المعرف أنَّ الفيزياء، بوصفها أحد فروع المعرفة الانسانية، سعت منذ القدم إلى دراسة الظواهر الطبيعية اعتماداً على المشاهدات والملاحظات والتجارب البسيطة، إلا أنَّ الفيزياء الكلاسيكية احتوت بعض المفاهيم التي لا علاقة لها بعالم الخبرة والوقائع، كما في مفاهيم نيوتن المطلقة، وذلك لاعتبار الفيزياء آنذاك فلسفة للطبيعة ولاعتبارات دينية وغيرها ناقشتها في موضوع المفاهيم، أثارت هذه المفاهيم إشكالات في علم الفيزياء بسبب بعدها عن الخبرات الحسية، وسميت هذه الإشكالات بأزمة الفيزياء الكلاسيكية.

٢ - إنَّ مناقشة المفاهيم الفيزيائية ليست من اختصاص العلماء، بل هي من إسهامات الفلاسفة في مجال العلم، لذلك تصدى بعض الفلاسفة لمناقشة مفاهيم نيوتن مثل (بيركلي)، (ليبنتز)، (ماخ)، (هيرتز)........، لكن العمل الأكثر تأثيراً في حل إشكال الأزمة في الفيزياء الكلاسيكية، كان من قبل آينشتاين الذي كان لنقاشه وتحليله للمفاهيم وخصوصاً

مفهوم التزامن، أثر كبير في التأكيد على ربط المفهوم بإجراءات التجربة، وبيان نسبية المفاهيم وتغييرها، خصوصا في مجال السرعات العالية جداً.

٣ — استطاع برجمان أنْ يبلور من خلال عمل آينشتاين العلمي وتحليله للمفاهيم، وجهة نظر فلسفية سميت ب(وجهة النظر الإجرائية) تؤكد ضرورة ربط المفاهيم بالتجربة وبإجراءات القياس، كي يقف الفيزيائي على أرض صلبة هي أرض التجربة، فيبعد بذلك المفاهيم الغامضة التي لا علاقة لها بالتجربة، ويتخلص من خطر معاودة النظر في المفاهيم ومناقشتها بين فترة زمنية وأخرى. وقد كان (برجمان) مدفوعاً في فلسفته بتأثيرات عديدة هي:

- إسهامه الشخصي. بوصفه فيزيائياً تجريبياً، يعتمد عمليات القياس والوحدات القياسية بصورة أساسية.
- نظرية النسبية وتحليل آينشتاين للمفاهيم من خلال ربطها بإجراءات معينة.
- نظرية الكم وخصوصا في مجال اعتمادها لمنطق ثلاثي القيم.
- فلاسفة متعددون مثل (ماخ). (ستللو)، (كليفورد)، (بوانكاريه)، (دوهيم).
- التجريبية المنطقية وخصوصا في مجال رفض المفاهيم الميتافيزيقية بوصفها خالية من المعنى، والتأكيد على دقة ووضوح المفاهيم.
- الفلسفة البرجمانية. وخصوصاً تأثيرات (بيرس) في مجال مناقشة المفاهيم ووضعها بصيغة اشتراطية (إذا .. فإن...) والتي تتضمن عمليات تجريبية. وكذلك (ديوى) في مجال اعتبار الأفكار، اللغة، والرياضيات وسائل أو أدوات يلائم بها الشخص نفسه مع المحيط الذي يعيش فيه. وكذلك في مجال التأكيد على قابلية العمل وفي التأكيد على الدقة في مجال الفاهيم.

• المدرسة الحدسية - الرياضية، التي أسسها (برور)، وفي مجال مناقشة قانون الثالث المرفوع ومحدوديته في مجال الفيزياء وكذلك مناقشة الاستقراء الذي يتناول حالات لا نهاية لها.

٤ - يرى (برجمان) ضرورة ربط مفاهيم الفيزياء بإجراءات القياس، وإبعاد أي مفهوم لا يخضع لهذا الشرط بوصفه مفهوماً ميتافيزيقياً. لكن هل إنَّ جميع مفاهيم الفيزياء قابلة للقياس أو أنَّها من الضروري أنْ تكون كذلك؟

الجواب أن ما أراده (برجمان) هو برنامج عمل فيزيائي، ويفضل (برجمان) أنْ تكون لكل مفهوم إجراءات تجريبية معينة، لكن قد توجد مفاهيم ليس لها وحدات قياس، وهي جميع المفاهيم الرياضية والمنطقية، حيث تكون خالية من الوحدات القياسية، وكلما ارتقينا في سلم التجريد نجد مفاهيم رياضية لا يمكن تعريفها بإجراءات أداتية، وكما ظهرت لـ(برجمان) كذلك مشكلة المنطق، لأنَّ قضايا المنطق كما هو معروف، عبارة عن تحصيل حاصل، النتائج فيها متضمنة في المقدمات وليس لها علاقة بالخبرة، فكيف يطبق برجمان برنامجه الإجرائي على المنطق؟

اضطر برجمان هنا إلى ابتداع ما يسمى بإجراءات القلم والورقة، بوصفها إجراءات للرياضيات والمنطق، وقد طرح موقفه هذا بوضوح عام (١٩٣٦) في كتابه "طبيعة النظرية الفيزيائية". ثم عاد عام (١٩٥٠) ليؤكد في محاضراته التي نشرت تحت عنوان "طبيعة بعض مفاهيمنا الفيزيائية" ضرورة ربط إجراءات القلم والورقة بالإجراءات الأداتية للمختبر ولو بصورة غير مباشرة.

٥ - يمكن إبراز بعض الجوانب التي تؤكدها الإجرائية في مجال مناقشة المفاهيم وهي:

• اعتماد برجمان التجربة، وخاصة التجربة المختبرية في تعريف المفاهيم من خلال ربطها بإجراءات القياس.
• الاعتقاد أنَّ جميع مفاهيم العلم (باستثناء المنطق الرياضيات) لا بد وأن تكون متصلة بعالم المشاهدة والخبرة الحسية.

- على المفاهيم التجريبية أنْ ترتبط بإجراءات أداتية بصورة مباشرة، أما الحدود والأبنية النظرية فيمكن تعريفها وربطها بإجراءات أداتية على نحو غير مباشر.
- إذا وجد مفهوم ليست له علاقة بالخبرة الحسية فهو إما مفهوم ثانوي يعتمد على مفاهيم أولية لها صلة بالخبرة الحسية، أو هو مفهوم ميتافيزيقي ليس له معنى.

٦ - أما في مجال المبادئ فإن الإجرائية تؤكد ما يلي:

- يجب أنْ تكون المبادئ أقل عدد ممكن
- يجب أن تظهر في المبادئ مفاهيم أولية مُعَرَّفة إجرائياً، ومفاهيم ثانوية سبق تعريفها بالمفاهيم الأولية.

٧ - وتؤكد الإجرائية في مجال النظريات على ما يلي:

- إنَّ النظرية العلمية تبدأ من مجموعة قليلة من المفاهيم الأساسية.
- ترتبط هذه المفاهيم بمبادئ عامة لتشكيل مقدمات النظرية العلمية.
- يقوم الاستدلال الرياضي والرياضيات بترجمة النتائج التجريبية وما يترتب على ذلك من استدلالات للحصول على نتائج جديدة.
- اختبار النتائج يكون عن طريق الإجراءات، لكن لا يمكن اختبار جميع الاشتقاقات إجرائيا بل يكفي كون بعض تأكيدات النظرية قابلة للاختبار تجريبيا كي يمكن اعتبارها نظرية فيزيائية.
- أي تعريف يجب أنْ يكون إجرائياً، أي يرتبط بعمليات تذكر فيها وحدات قياس معينة، باستثناء مفاهيم الرياضيات والمنطق، حيث تعرف بواسطة إجراءات رمزية هي إجراءات القلم والورقة.

٨ - يمكن تمييز ثلاث مراحل في ظهور وتبلور الإجرائية وهي:

- مرحلة عام ١٩٢٧التأكيد على الإجراءات الأداتية.
- مرحلة عام ١٩٣٦ إدخال إجراءات القلم والورقة.

• مرحلة عام ١٩٥٠ التأكيد على ضرورة ربط إجراءات القلم والورقة بالإجراءات الأداتية ولو بصوة غير مباشرة.

٩ - ظهر ما سبق أنَّ الإجرائية فلسفة تجريبية تمثل امتداداً تاريخيا للتيار التجريبي المعروف في الفلسفة من حيث تأكيدها على التجربة ورفضها للعناصر القبلية والمبادئ الفطرية في عملية المعرفة. وتمثل في ذات الوقت تطويراً علمياً له من حيث تأكيدها لإجراءات القياس وأهميتها في تعريف المفاهيم، وأخذ بنظر الاعتبار المفاهيم الرياضية والحدود والأبنية النظرية، وذلك بربطها بصورة غير مباشرة بإجراءات القياس المختبرية.

١٠ - يتفق برجمان مع التجريبية المنطقية والاتجاه التجريبي القائل: إنَّ جميع مفاهيم الميتافيزيقا يجب أنْ تطرح خارج دائرة العلم، أي أنَّ الإجرائية تحاول تخليص الفيزياء من المفاهيم الغامضة، ولا تهدف إلى حل مشكلات الميتافيزيقا، بل تستبعدها بوصفها خالية من المعنى. كما أنَّ حلول مشكلات الميتافيزيقا تقع خارج إمكانية الفلاسفة وعلى الفلاسفة مناقشتها واستخراج النتائج الأخلاقية والتربوية التي تترتب على التفكير فيها، ومحاولة الحفاظ عليها.

فلسفة العلم الإجرائية

يقدم هذا الكتاب استعراضاً دقيقاً ومبسطاً للعلاقات المتبادلة بين العلم والفلسفة في مواضيع تتعلق بالمفاهيم والقوانين والنظريات العلمية. ويتناول بالنقد والتحليل دور المذاهب المعاصرة في فلسفة العلم ونظرية المعنى. ويوضح الكتاب بشكل منطقي ممتع ماقدمته فلسفة العلم عموماً والإجرائية خصوصاً من حلول الإشكالات في النظرية العلمية كان لها وقع كبير على تطور العلم.

إن التعريفات الإجرائية هي بحق ميزة عصرنا الحالي وقد امتد تأثيرها إلى كافة حقول المعرفة، ولابد للقارئ الأكاديمي المتخصص وغير المتخصص من معرفتها لأجل مواكبة معارف زمانه وليكون مثقفاً ملماً بما يحتاجه من أدوات منطقية في بناء شخصيته الثقافية.

ولندرة الأبحاث في هذا الموضوع، فإن الكتاب يعتبر رصيداً معرفياً نادراً لفلسفة العلم باللغة العربية، وهو
في إغناء المكتبة العربية.





للدراسات
والنشر
والتوزيع